



А. Ф. Кокошко
С. А. Матюх

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебник

для учащихся учреждений образования,
реализующих образовательные программы
среднего специального образования
по направлениям образования "Оборудование", "Транспорт", "Приборы"

Учебное электронное издание



Минск
РИПО
2019

ISBN 978-985-503-903-8

© Кокошко А. Ф., Матюх С. А., 2019
© Оформление. Республиканский институт
профессионального образования, 2019

УДК 744.4:621(075.8)

ББК 30.11я73

К59

Рецензенты:

цикловая комиссия машиностроительных дисциплин УО «Бобруйский государственный механико-технологический колледж» (*И. В. Тренина*);
заведующий кафедрой инженерной графики и систем автоматизированного проектирования УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор педагогических наук, профессор *Л. С. Шабека*.

Кокошко, А. Ф.

Инженерная графика : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. —
К59 Минск : РИПО, 2019. — 268 с.
ISBN 978-985-503-903-8.

В учебном пособии на основе стандартов ЕСКД изложены общие правила оформления чертежей, основы начертательной геометрии, основные правила выполнения рабочих чертежей и эскизов, детализирование чертежа общего вида, выполнение чертежей сборочных единиц, правила выполнения чертежей механических передач, составление чертежей-схем, элементы строительного черчения.

Учебное пособие предназначено для учащихся учреждений среднего специального образования по направлениям образования «Оборудование», «Транспорт», «Приборы». Может быть использовано работниками промышленности, а также студентами высших учреждений образования.

Текстовое электронное издание

Текст воспроизводится по печатному изданию 2016 г.

Минимальные системные требования:
Microsoft Internet Explorer, версия 6.0 и выше,
Adobe Acrobat Professional, версия 7.0 и выше

Для создания электронного издания использованы
Приложение pdf2swf из ПО Swftools, ПО IPRbooks Reader,
разработанное на основе Adobe Air.

Дата подписания к использованию 04.07.2019. Объем 13 Мб.

© Кокошко А. Ф., Матюх С. А., 2019
© Оформление. Республиканский институт
профессионального образования, 2019

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Точки, расположенные в пространстве, обозначают прописными буквами латинского алфавита A, B, C, D, \dots или цифрами $1, 2, 3, 4, \dots$

2. Прямые и кривые линии в пространстве — строчными буквами латинского алфавита a, b, c, d, \dots

3. Плоскости — строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$; точки схода следов строчными буквами греческого алфавита с индексами $\alpha_x, \beta_x, \gamma_x, \delta_x, \dots$

4. Поверхности — прописными буквами греческого алфавита $\Phi, \Delta, \Theta, \Sigma, \dots$

5. Способ задания геометрической формы указывается в скобках рядом с буквенным обозначением геометрической фигуры.

Например:

- $a(A, B)$ — прямая задана двумя точками A и B ;

- $\alpha(A, B, C)$ — плоскость задана тремя точками A, B и C ;

- $\beta(a, A)$ — плоскость задана прямой a и точкой A ;

- $\gamma(a \cap b)$ — плоскость задана пересекающимися прямыми a и b ;

- $\delta(l \parallel m)$ — плоскость задана параллельными прямыми l и m .

6. Углы — строчными буквами греческого алфавита φ, ψ, ω . Прямой угол обозначается прямоугольником.

7. Особые прямые имеют постоянные обозначения:

- линии уровня: горизонталь — h ; фронталь — f ; профиль — p ;

- следы плоскости общего положения обозначают той же буквой, что и плоскость, с добавлением подстрочного индекса, соответствующего плоскости проекций, например α_1, α_2 ;

- оси вращения — i, j .

8. Последовательность геометрических фигур — надстрочным индексом: точек — A_1, A_2, A_3, \dots ; прямых — a_1, a_2, a_3, \dots ; плоскостей — $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$.

9. Центр проецирования — прописной буквой латинского алфавита S .

10. Направление проецирования — строчной буквой латинского алфавита s .

11. Плоскость проекций при образовании эпюра — прописной буквой греческого алфавита: горизонтальная — Π_1 , фронтальная — Π_2 , профильная — Π_3 .

12. Оси проекций — прописными буквами X, Y, Z или X_{14}, X_{24}, \dots при введении дополнительных плоскостей.

13. Новая плоскость проекций при замене плоскостей проекций — буквой Π с добавлением подстрочного индекса: Π_4, Π_5, Π_6 .

14. Проекция точек, прямых и плоскостей — соответствующей буквой с добавлением подстрочного индекса, характеризующего плоскость проекций:

- на плоскости Π_1 — A_1, a_1, \dots

- на плоскости Π_2 — A_2, a_2, \dots

- на плоскости Π_3 — A_3, a_3, \dots

15. Основные операции:

- совпадение двух геометрических фигур обозначается знаком \equiv , например, $a \equiv b, A_1 \equiv B_1$,

- включает, содержит знак $l \subset \alpha$, например, прямая l принадлежит плоскости α ;

- взаимная принадлежность геометрических фигур обозначается знаком \in , например, $A \in a, a \in B$;

- пересечение двух геометрических фигур и множеств обозначается знаком \cap , например, $l \cap \alpha, \beta \cap \gamma$;

- результат геометрической операции $=$, например, $K = l \cap \alpha$.

Латинский алфавит		Греческий алфавит	
<i>A a — а</i>	<i>N n — эн</i>	<i>A a — альфа</i>	<i>N νμ ню</i>
<i>B b — бэ</i>	<i>O o — о</i>	<i>B β — бэта</i>	<i>Ξ ξ — кси</i>
<i>C c — цэ</i>	<i>P p — пэ</i>	<i>Γ γ — гамма</i>	<i>Ο ο — омикрон</i>
<i>D d — дэ</i>	<i>Q q — ку</i>	<i>Δ δ — дельта</i>	<i>Π π — пи</i>
<i>E e — е</i>	<i>R r — эр</i>	<i>Ε ε — эпсилон</i>	<i>Ρ ρ — ро</i>
<i>F f — эф</i>	<i>S s — эс</i>	<i>Z ζ — дзета</i>	<i>Σ σ — сигма</i>
<i>G g — ге (же)</i>	<i>T t — тэ</i>	<i>Η η — эта</i>	<i>Τ τ — тау</i>
<i>H h — ха (аш)</i>	<i>U u — у</i>	<i>Θ θ — тэта</i>	<i>Υ υ — ипсилон</i>
<i>I i — и</i>	<i>V v — вэ</i>	<i>Ι ι — йота</i>	<i>Φ φ — фи</i>
<i>J j — йот (жи)</i>	<i>W w — дубль-вэ</i>	<i>Κ κ — каппа</i>	<i>Χ χ — хи</i>
<i>K k — ка</i>	<i>X x — икс</i>	<i>Λ λ — лямбда</i>	<i>Ψ ψ — пси</i>
<i>L l — эль</i>	<i>Y y — игрек</i>	<i>Μ μ — мю</i>	<i>Ω ω — омега</i>
<i>M m — эм</i>	<i>Z z — зет</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи дисциплины. В процессе изучения дисциплины «Инженерная графика» учащиеся получают целостную систему знаний о графических средствах информации и овладевают разнообразными приемами графической деятельности, которые будут необходимы в будущей производственной деятельности.

Основной целью изучения дисциплины является: формирование у учащихся знаний и практических навыков проектирования и выполнения конструкторской документации изделий машин и приборостроения; умение читать чертежи; пользоваться технической литературой и стандартами.

При изучении курса ставятся следующие задачи:

- формирование знаний о графических средствах информации, приемах выполнения и чтения конструкторских документов;
- овладение способами отображения и чтения графической информации, элементами прикладной графики, осуществление связи с производством, подготовка учащихся к практической деятельности.

Основной задачей курса является изучение правил выполнения машиностроительных чертежей на основе Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технической документации (ЕСТД).

На базе стандартов ЕСКД рассматриваются:

- общие правила оформления чертежей;
- выполнение геометрических построений;
- построение основных и вспомогательных изображений предметов на плоскостях проекций;
- выполнение наглядных изображений предметов — аксонометрии и технического рисунка;
- правила выполнения рабочих чертежей и эскизов деталей;
- разъемные и неразъемные соединения деталей;

- выполнение чертежей сборочных единиц;
- детализирование чертежа общего вида;
- составление сборочного чертежа;
- выполнение чертежей механических передач;
- выполнение чертежей-схем;
- особенности строительных чертежей.

Для приобретения практических навыков в выполнении конструкторской документации учащийся должен выполнить целый ряд графических работ, используя требования стандартов ЕСКД.

Краткие исторические сведения о развитии графики и стандартизации.

1. Одно из удивительных древних достижений человека — искусство изображать окружающий мир. Выполнять графические изображения человек начал раньше, чем писать.

Человеческое сознание имеет две стороны — созерцательную и творческую. Для передачи зрительного образа появился рисунок — изображение объемных предметов вначале на скале, затем на папирусе, пергаменте, холсте...

Постепенно с развитием общества изображения становятся сознательными — изображения орудий труда, жилищ, храмов, пирамид и т. п. Первым таким изображением принято считать изображение здания в разрезе на глиняной таблице — *Нувый Вавилон 2400 лет до н.э.*

2. Вначале изображения передавали только внешнюю форму предметов, т. е. были рисунками. С появлением производств изображения предметов *трехмерного* пространства следовало передавать метрически точно. Такие изображения стали выполняться по определенным правилам на *двумерном* носителе. Постепенно они становятся чертежами, а с ними появляется наука, изучающая форму плоских и пространственных фигур, а также отношение между ними — **начертательная геометрия.**

Сложность архитектурных дворцов, храмов и других сооружений в странах древней культу-

ры (Вавилон, Египет, Греция) позволяет предположить, что уже тогда применялись изображения, предназначенные для технических целей.

3. Первые наскальные изображения были найдены в Испании, Сахаре, на Урале... Так недавно в пещере Эль-Карильо (Испания) был найден самый древний наскальный рисунок — *охровый диск*, которому не менее 14 тысяч лет.

Позже были обнаружены и другие изображения:

- мелкие схематические изображения людей — VII—VI тысячелетия до н.э.;

- в V—IV тысячелетиях до н.э. появляются цвета, изображение деталей;

- в III—I тысячелетиях до н.э. изображаются сцены из жизни кочевых племен, войн, быта; огромные вереницы быков, а рядом динамичные фигуры людей.

Наскальные рисунки и иероглифы являются первыми попытками человека отобразить объемные предметы на плоскости.

4. В гробнице Рамзестидов (XIV в. до н.э.) была найдена плита с высеченным планом и лежащим на нем циркулем — чертеж, уже допускающий измерения.

Одна из вавилонских статуй в Телло держит на коленях плиту с планом дворца, который представляет только контур здания, но все же на нем можно видеть форму и местоположения башен, ворот и др.

Немецкий архитектор *Фридрих Ханкель* совсем недавно, работая над реставрацией пирамид древнего города Мероэ (Судан), обнаружил высеченный на камне чертеж одной из пирамид сооружений, которому более двух тысяч лет. Находка в Мероэ позволяет предположить, что и при строительстве других пирамид, в том числе египетских, строители руководствовались заранее созданными чертежами.

5. Первым систематизированным сочинением по геометрии считается работа (не дошедшая до нас) *Гиппокриты Хиосского* (V в. до н.э.). К первым известным работам по геометрии относят труды *Пифагора* (~530—510 г. до н.э.); *Демокрита* (~460—370 г. до н.э.) и *Платона* (~428—348 г. до н.э.).

Евклид (~365—300 г. до н.э.) в своих 13 книгах «*Начала*» создал законченную геометрическую систему, которая используется и в настоящее время.

Архимед впервые дал точное вычисление длины окружности, площади круга, указал приближенное значение числа π , открыл винтовую линию и применил ее в винтовом движении, ввел в геометрию понятие движения.

Апполоний Пергский создал учение о конических соединениях. Хотя их открытие приписывают Менехму, а развитие — Евклиду, однако восемь книг Апполония «*Коники*» — блестящий и глубокий труд. В нем сведены в стройную систему уче-

ние о линиях конических сечений, впервые даны их названия: эллипс, парабола, гипербола, показано, как линии конических сечений могут получиться на одном конусе, исследованы главные свойства фокусов, асимптот.

Работы *Леонардо да Винчи*, *Альбрехта Рено*, *Дюрера*, *Рено Декарта* и др. занимают одно из главных мест в истории развития математики и геометрии.

6. Из древних графических изображений в России и известны: *карта Московии* (1497 г.), «*Большой чертеж*» *всей Московской Руси* (1570 г.), *изображение г. Пскова* (1581 г.), *Петровский план Москвы* (1597 г.) и ряд других.

В Беларуси проекционные способы построения изображений можно найти в градостроительных и других чертежах, использовавшихся в XVI—XVIII столетиях.

7. Русские ученые *Н. И. Лобачевский* (1792—1856 г.), *П. Л. Чебышев* (1821—1894 г.), *Н. И. Макаров* (1824—1904 г.), *В. И. Курдюмов* (1853—1904 г.), *Б. С. Федоров* (1853—1919 г.) и многие другие в своих работах заложили основы графической науки в России и способствовали ее развитию.

8. Большой вклад в развитие начертательной геометрии и черчения в советских ВУЗах сделали профессор *В. О. Гордон*, академик *Н. Ф. Четверухин*, профессор *И. И. Котов* и ряд других ученых.

Определенный вклад в развитие начертательной геометрии и инженерной графики внесли белорусские ученые — научно-методическое обеспечение преподавания в вузах, популяризация науки, издание учебной литературы.

Одним из первых авторов пособия для студентов — «*Начертательная геометрия*» (1959 г.) — был *Д. Е. Сиротин* (Белорусская политехническая академия).

Оригинальное издание «*Основы начертательной геометрии в кратком и популярном изложении*» и другие пособия были написаны *Ю. Г. Козловским* (БАТУ).

Развитие стандартизации. Первый общесоюзный стандарт ОСТ—1 «Пшеница. Селекционные сорта» был принят 7 мая 1926 г. С 1938 г. к обозначению стандарта стали добавлять через тире последние две цифры года регистрации, а с 1940 г. ОСТ заменен на ГОСТ.

С 1968 г. стали формироваться комплексы (системы) межотраслевых стандартов, содержащие взаимоувязанные правила и положения. Эти стандарты в общую нумерацию не включаются. Каждой системе присваивается порядковый номер (индекс), отделяемый от номера стандарта точкой. Всего разработано 30 систем. Так, например:

- *индекс 1* присвоен комплексу стандартов «Государственная система стандартизации (ГСС),

содержащей ГОСТ 1.0–85..., ГОСТ 1.25–85. В них установлены категории стандартов, объекты стандартизации, стадии разработки, контроль за внедрением и другие положения;

- *индекс 2* присвоен Единой системе конструкторской документации (ЕСКД). Она состоит из 10 классификационных групп (0...9) и содержит ГОСТ 2.001–70... 2-301–68..., ГОСТ 2.901–75;

- *индекс 3* присвоен Единой системе технологической документации (ЕСТД). Содержит требования по разработке технологических процессов изготовления изделий машиностроения (ГОСТ 3.1001–80..., ГОСТ 3.1103–82 и др.).

Срок действия стандартов — 5 или 10 лет. Все изменения освещают в ежемесячных информационных указателях стандартов (ИУС).

Основные направления и перспективы развития стандартизации.

Стандартизация — деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного использования, направления на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг.

В зависимости от широты охвата регионов земного шара различают следующие виды стандартизации:

- *международная* — деятельность по установлению правил, характеристик объектов, в которой принимают участие страны мира из различных регионов;

- *региональная* — деятельность по установлению правил, характеристик объектов при участии стран объединенного региона мира;

- *национальная* — деятельность по установлению правил, характеристик объектов внутри страны.

К числу **основных направлений** стандартизации относят следующие:

- совершенствование действующих и разработка новых стандартов, устанавливающих требования на добровольной основе и обеспечивающих достижение требований технических регламентов;

- гармонизация национальной системы стандартизации с международными, региональными и прогрессивными национальными системами стандартизации других стран;

- международное сотрудничество в области стандартизации путем участия в работе региональных и международных организаций;

- обеспечение качества продукции, услуг и работ, повышение их конкурентоспособности благодаря установлению в стандартах требований, отвечающих запросам потребителей и общества;

- обеспечение единства измерений;

- взаимозаменяемость технических средств (машин, оборудования, их основных частей) и материалов;

- техническая информация совместимости;

- создание систем классификации и кодирования, систем каталогизации продукции (работ, услуг), систем поиска и передачи данных;

- содействие проведению работ по унификации.

Перспективой национальной стандартизации является защита рынка от некачественных товаров и повышение конкурентоспособности национальной продукции на международном рынке. Достичь конкурентоспособности можно за счет высокоэффективных методов управления качеством, строгого соблюдения стандартов и своевременной проверки средств измерений.

В Республике Беларусь в настоящее время функционируют следующие технические нормативные правовые акты в области нормирования и стандартизации (ТНПА):

- технические регламенты РБ (ТР);

- технические кодексы установившейся практики РБ (ТКП);

- государственные стандарты РБ (СТБ, ГОСТ, ГОСТР¹, правила ЕЭК ООН).

Общие сведения о ЕСКД. Успешная работа современного предприятия достигается реализацией в условиях производства целого ряда условий и мероприятий, обеспечивающих идентичность выпускаемых изделий, внутреннюю и внешнюю взаимозаменяемость деталей и сборок, кооперацию и использование покупных изделий.

Выполнение всего этого невозможно без наличия конструкторской документации, выполненной по единым требованиям и правилам в пределах всей отрасли промышленности. Это потребовало создания специальных научно обоснованных систем разработки, хранения, учета и движения конструкторской документации. Одной из таких систем является **Единая система конструкторской документации (ЕСКД)** — комплекс межотраслевых государственных стандартов, устанавливающих взаимобязанные правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации.

Каждый стандарт ЕСКД имеет свое назначение и обозначение, обусловленное классификационным принципом. Обозначение стандарта состоит из цифры «2», присвоенной классу стандартов ЕСКД, после которой ставится точка; одной цифры, обозначающей группу стандартов; двухзначной цифры после тире, указывающей год регистрации стандарта. Например: ГОСТ 2.305–2008.

Узаконенное однообразие выполнения конструкторской документации позволяет каждому

¹ Национальные стандарты Российской Федерации, введены в действие в качестве государственных стандартов РБ.

технически грамотному человеку читать чертеж и другую конструкторскую документацию.

Стандарты ЕСКД распределены по классификационным группам:

0 — общие положения (ГОСТ 2.001–93... 2.034–83);

1 — основные положения (ГОСТ 2.101–68... 2.124–85);

2 — классификация и обозначение изделий в конструкторских документах (ГОСТ 2.201—80...);

3 — общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2.301-68... 2.321-84);

4 — правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения (ГОСТ 2.401–68... 2.430–85);

5 — правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений) (ГОСТ 2.501—88... 2.506—84);

6 — эксплуатационная и ремонтная документация (ГОСТ 2.601–68... 2.609–79);

7 — правила выполнения схем (ГОСТ 2.701–84... 2.797–81);

8 — правила выполнения документов строительства и судостроения (ГОСТ 2.801–74... 2.857–75);

9 — прочие стандарты.

Межгосударственный ГОСТ 2.001–93 определяет основное назначение стандартов ЕСКД: установление единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, обеспечивающих механизацию и автоматизацию обработки конструкторской документации, а также создание единой информационной базы автоматизированных систем (САПР, АСУП и др.).

ЕСКД включает и автоматизированную систему конструкторско-технологической классификации и кодирования (АСКТК), созданную на базе ГОСТ 2.201–80 ЕСКД и ГОСТ 3.1201–85 ЕСТД (единая система технологической документации).

Применение системы автоматизированного проектирования (САПР).

Современную разработку проектной и рабочей конструкторской документации новых изделий машиностроения и приборостроения трудно представить без САПР.

Лидером в создании программ автоматизированного проектирования является компания AUTODESK. В 80-х годах прошлого столетия компанией была выпущена первая версия графической программы AutoCAD, которая очень быстро завоевала широкое распространение. Обычная начертательная геометрия и черчение прекрасно работали в сфере AutoCAD.

AutoCAD — это, во-первых, инструмент, упрощающий и ускоряющий работу проектировщика. Во-вторых, это технология, обеспечивающая быстрое и качественное получение результата. Проектирование изделий, оформление чертежей, модификация их — вот круг задач, которые AutoCAD решал на начальном этапе. Новый шаг сделал AutoCAD с появлением AutoLISP — языка программирования. AutoCAD стал графическим ядром для решения многих задач машино- и приборостроения.

Сегодня AutoCAD предлагает все мыслимые инструменты двумерного проектирования и оформления чертежей, развитую систему трехмерного моделирования и возможности разработки приложений для решения проектных задач. По этой системе работают все проектировщики мира.

Формат чертежей AutoCAD dwg / dxf стал международным стандартом оформления рабочей документации.

Чертежи AutoCAD точны и универсальны: пользователи работают с ними, начиная с первых построений и кончая распечаткой рабочей документации.

AutoCAD является базой для ряда специализированных приложений, среди которых **Autodesk Mechanical Desktop®** — система для разработки чертежей и другой конструкторской документации в машиностроении. В ней соединены объемные параметрические элементы с сотнями тысяч стандартных деталей и обозначений, интегрированный AutoCAD Mechanical, модуль проектирования валов, инженерные расчеты. Autodesk Mechanical Desktop® — наилучший выбор для машиностроительного двумерного черчения.

В странах СНГ неплохо зарекомендовал себя графический комплекс **КОМПАС** (КОМПлекс Автоматизированных Систем). КОМПАС-ГРАФИК — разработка петербургской компании АСКОН, он предназначен для создания конструкторской документации в различных областях проектных работ. Арсенал графического комплекса КОМПАС значителен, преимущество системы в простоте ее интерфейса (причем русскоязычного), возможности решать сложные задачи в формате 2D и 3D пространства. Отдельно следует отметить функции параметризации графического комплекса, которые значительно упрощают процесс создания чертежей и пространственных моделей, широкие возможности в создании текстовой информации и спецификаций.

Все это позволяет графическому комплексу КОМПАС успешно конкурировать с такими известными сложнейшими графическими системами, как AutoCAD, Mechanical Desktop и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей : учебник для профучилищ / Н.А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 2000.
2. Боголюбов, С.К. Черчение : учебник / С.К. Боголюбов. – Москва : Машиностроение, 1989.
3. Власов, М.П. Инженерная графика / М.П. Власов. – Москва : Высшая школа, 1988.
4. Воспуков, В.К. Техническое черчение / В.К. Воспуков, П.М. Воробей. – Минск : Дизайн ПРО, 2003.
5. Држевецкий, В.В. Основы начертательной геометрии и проекционного черчения : учеб. пособие / В.В. Држевецкий. – Минск : Дизайн ПРО, 2002. – 111 с.
6. Држевецкий, В.В. Чтение и выполнение чертежей деталей : пособие / В.В. Држевецкий. – Минск : Беларусь, 2005.
7. ЕСКД. Справочное пособие. – Москва : Издательство стандартов, 1989.
8. Кокошко, А.Ф. Основы начертательной геометрии : учеб. пособие / А.Ф. Кокошко. – Минск : ТетраСистемс, 2009.
9. Кокошко, А.Ф. Нанесение размеров на машиностроительных чертежах методическое пособие / А.Ф. Кокошко, В.А. Морозова. – Брест : БрГТУ, 2007. – 40 с.
10. Кокошко, А.Ф. Техническое черчение : учеб. пособие для ПТУ / А.Ф. Кокошко, В.А. Морозова. – Минск : БелЭН. імя П. Броўкі, 2009. – 327 с.
11. Королев, Ю.И. Инженерная графика : учеб. пособие / Ю.И. Королев, С.Ю. Устижанина. – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 462 с.
12. Новичихина, Л.И. Справочник по техническому черчению / Л.И. Новичихина. – Минск : Книжный дом, 2004.
13. Орехов, Н.Н. Производственная графика / Н.Н. Орехов. – Минск : Высшая школа, 1988.
14. Свиридова, Т.А. Инженерная графика : учеб. пособие / Т.А. Свиридова. – Ч. 1. – Москва : Маршрут, 2003.
15. Свиридова, Т.А. Инженерная графика : учеб. пособие / Т.А. Свиридова. – Ч. 2. – Москва : Маршрут, 2005.
16. Чекмарев, В.К. Инженерная графика / В.К. Чекмарев, И.Г. Осипов. – Москва : Владос, 2002.

Нормативные документы

- | | |
|---|--|
| ГОСТ 2.001–93. ЕСКД. Общие положения. | ГОСТ 2.106–96. ЕСКД. Текстовые документы. |
| ГОСТ 2.101–68. ЕСКД. Виды изделий. | ГОСТ 2.108–88. ЕСКД. Спецификация документов. |
| ГОСТ 2.102–68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов. | ГОСТ 2.109–73. ЕСКД. Основные требования к чертежам. |
| ГОСТ 2.103–68. ЕСКД. Стадии разработки. | ГОСТ 2.118–73. ЕСКД. Техническое предложение. |
| ГОСТ 2.104–68. ЕСКД. Основные надписи. | ГОСТ 2.119–73. ЕСКД. Эскизный проект. |
| ГОСТ 2.105–79. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. | ГОСТ 2.120–73. ЕСКД. Технический проект. |

ГОСТ 2.201–80. ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.

ГОСТ 2.301–68. ЕСКД. Форматы.

ГОСТ 2.302–68. ЕСКД. Масштабы.

ГОСТ 2.303–68. ЕСКД. Линии.

ГОСТ 2.305–2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

ГОСТ 2.306–68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах.

ГОСТ 2.307–68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

ГОСТ 2.308–79. ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.

ГОСТ 2.309–73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности (Изменения № 3).

ГОСТ 2.310–68. ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.

ГОСТ 2.311–68. ЕСКД. Изображение резьбы.

ГОСТ 2.312–72. ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов.

ГОСТ 2.313–82. ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.

ГОСТ 2.316–68. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц (Изменения № 3).

ГОСТ 2.317–69. ЕСКД. Аксонометрические проекции.

ГОСТ 2.318–81. ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий.

ГОСТ 2.320–82. ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов.

ГОСТ 2.401–68. ЕСКД. Правила выполнения чертежей пружин.

ГОСТ 2.402–68. ЕСКД. Условные обозначения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач.

ГОСТ 2.403–75. ЕСКД. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.

ГОСТ 2.404–75. ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых реек

ГОСТ 2.405–75. ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых колес.

ГОСТ 2.406–76. ЕСКД. Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес.

ГОСТ 2.408–68. ЕСКД. Правила выполнения звездочек роликовых и втулочных цепей.

ГОСТ 2.409–74. ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений.

ГОСТ 2.420–69. ЕСКД. Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах.

ГОСТ 2.70–84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.703–68. ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем.

ГОСТ 21.105–79. ЕСКД. Нанесение на чертеже размеров, надписей, технических требований и таблиц.

ГОСТ 21.107 –79. ЕСКД. Условные изображения элементов зданий, сооружений и конструкций.

ГОСТ 21.501–93. ЕСКД. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей: СПДС.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....3	
ВВЕДЕНИЕ5	
РАЗДЕЛ I. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ	
ГЛАВА 1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ9	
1.1 Виды чертежей	9
1.2 Форматы чертежей	10
1.3 Масштабы изображений.	11
1.4 Линии чертежа	11
1.5 Шрифты чертежные	13
1.6 Основная надпись	15
1.7 Обозначение изделий и конструкторских документов.	18
ГЛАВА 2. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ20	
2.1 Области применения построений	20
2.2 Деление окружности на равные части.	20
2.3 Построение правильных многоугольников	22
2.4 Сопряжения	23
2.5 Уклоны и конусности	25
2.6 Построение циркульных кривых.	26
ГЛАВА 3. ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ ...27	
3.1 Виды кривых и способы их построения	27
3.2 Построение касательной и нормали к эллипсу.	28
3.3 Построение параболы.	28
3.4 Построение гиперболы.	29
3.5 Построение синусоиды	30
3.6 Построение циклоиды	30
РАЗДЕЛ II. ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	
ГЛАВА 4. ОБРАЗОВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ31	
4.1 Теоретические основы чертежа.	31
4.2 Сущность метода проецирования	31
4.3 Основные виды проецирования.	32
4.4 Система прямоугольных координат	33
4.5 Образование комплексного чертежа	34
4.6 Проекция точки.	35
4.7 Проекция прямой линии	36
ГЛАВА 5. ПРОЕКЦИИ ПЛОСКОСТИ, ТОЧКИ И ЛИНИИ В ПЛОСКОСТИ39	
5.1 Изображение плоскости на комплексном чертеже.	39
5.2 Проекция точек и прямых линий, расположенных в плоскости	41
5.3 Взаимное положение прямой и плоскости.	41
5.4 Взаимное положение двух плоскостей	43
5.5 Пересечение плоскостей	44
ГЛАВА 6. ПРОЕКЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ.....47	
6.1 Определение поверхности тела.	47
6.2 Линейчатые поверхности.	48
6.3 Поверхности вращения	49
6.4 Проецирование геометрических тел	49
6.5 Проекция точек, принадлежащих поверхности тела.	52
6.6 Построение комплексного чертежа модели	52

**ГЛАВА 7. СПОСОБЫ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА 56**

- 7.1 Способ вращения вокруг проецирующей прямой линии 56
- 7.2 Вращение вокруг следа плоскости . . . 57
- 7.3 Способ замены плоскостей проекций 59

**ГЛАВА 8. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ
ПРОЕКЦИИ 63**

- 8.1 Общие понятия об аксонометрических проекциях 63
- 8.2 Виды аксонометрии 64
- 8.3 Стандартные виды аксонометрии . . . 64
- 8.4 Построение аксонометрии по ортогональному чертежу 65

**ГЛАВА 9. СЕЧЕНИЕ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ
ПЛОСКОСТЯМИ 71**

- 9.1 Понятие о сечении 71
- 9.2 Пересечение тел проецирующими плоскостями. Построение действительной величины фигуры сечения 71
- 9.3 Построение разверток поверхностей усеченных тел 76
- 9.4 Построение прямоугольной аксонометрии усеченных тел 81

**ГЛАВА 10. ВЗАИМНОЕ
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ
ПОВЕРХНОСТЕЙ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ 83**

- 10.1 Общие сведения 83
- 10.2 Построение линий пересечения с помощью вспомогательных секущих плоскостей 83
- 10.3 Взаимное пересечение соосных поверхностей вращения 86
- 10.4 Построение линии пересечения поверхностей вращения способом сфер . . 86
- 10.5 Частные случаи пересечения поверхностей второго порядка 88
- 10.6 Построение третьей проекции по двум данным и сечения проецирующей плоскостью 88

**РАЗДЕЛ III. ГРАФИЧЕСКОЕ
ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ
ГЛАВА 11. ИЗОБРАЖЕНИЯ —
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ. ПРОСТЫЕ
РАЗРЕЗЫ 91**

- 11.1 Основные положения 91
- 11.2 Основные виды — названия и расположение 93
- 11.3 Основные сведения о простых разрезах 94
- 11.4 Изображения — сечения 97
- 11.5 Графические обозначения материалов на чертежах 98
- 11.6 Комплексные чертежи учебных моделей 100

**ГЛАВА 12. ТЕХНИЧЕСКИЙ
РИСУНОК 103**

- 12.1 Назначение технического рисунка 103
- 12.2 Выполнение технического рисунка 103
- 12.3 Выполнение рисунков плоских фигур 104
- 12.4 Выполнение рисунков геометрических тел 106
- 12.5 Правила построения светотени . . . 107
- 12.6 Выбор положения модели 109
- 12.7 Приемы построения рисунков моделей 111
- 12.8 Приемы изображения разрезов на рисунках моделей 113

**РАЗДЕЛ IV. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ
ЧЕРТЕЖИ**

**ГЛАВА 13. ЧЕРТЕЖ КАК
ДОКУМЕНТ ЕСКД 114**

- 13.1 Виды изделий 114
- 13.2 Виды конструкторских документов 115
- 13.3 Способы выполнения и характер использования конструкторских документов 116
- 13.4 Надписи на конструкторских документах 116

**ГЛАВА 14. ОБЩИЕ ПРАВИЛА
ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ 117**

- 14.1 Выполнение местных видов 117
- 14.2 Простые разрезы: местный и наклонный 117

14.3 Сложные разрезы: ступенчатые и ломанные	118
14.4 Сечения вынесенные и наложенные	119
14.5 Условности и упрощения при выполнении изображений	120

ГЛАВА 15. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ 125

15.1 Винтовая линия на поверхности цилиндра	125
15.2 Понятие о винтовой поверхности	126
15.3 Основные сведения о резьбе	126
15.4 Основные типы и виды резьб	128
15.5 Условные изображения резьбы	130
15.6 Обозначения резьб	132
15.7 Изображения и условные обозначения крепежных деталей	134

ГЛАВА 16. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ. ЭСКИЗЫ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ 139

16.1 Рабочие чертежи деталей	139
16.2 Нанесение размеров и предельных отклонений на рабочие чертежи	148
16.3 Нанесение на рабочие чертежи технологических обозначений	160
16.4 Составление эскизов деталей машин	164

ГЛАВА 17. ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ 171

17.1 Виды и комплектность конструкторских документов	171
17.2 Чертеж общего вида изделия	172
17.3 Сборочный чертеж изделия	172
17.4 Размеры на сборочном чертеже	173
17.5 Условности и упрощения на сборочном чертеже	174
17.6 Порядок заполнения спецификации	176
17.7 Основная надпись на текстовых документах	177
17.8 Нанесение номеров позиций на сборочном чертеже	177

ГЛАВА 18. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ 178

18.1 Резьбовые соединения	178
18.2 Шпоночные соединения	182
18.3 Шлицевые (зубчатые) соединения	186
18.4 Штифтовые соединения	190

ГЛАВА 19. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ 192

19.1 Сварные соединения	192
19.2 Паяные соединения	197
19.3 Клеевые соединения	199
19.4 Заклепочные соединения	199

ГЛАВА 20. ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ 204

20.1 Общие положения	204
20.2 Порядок выполнения сборочного чертежа	205
20.3 Конструктивные особенности при изображении сопрягаемых деталей	212
20.4 Изображение некоторых устройств механизмов	213
20.5 Подшипники качения	217
20.6 Изображение стопорных и установочных устройств	220

ГЛАВА 21. ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА 223

21.1 Общие положения	223
21.2 Порядок выполнения детализирования	223
21.3 Общие подходы к простановке размеров на чертежах	230
21.4 Выполнение чертежей типовых деталей	231

ГЛАВА 22. ЧЕРТЕЖИ — СХЕМЫ 232

22.1 Общие сведения	232
22.2 Виды и типы схем	232
22.3 Правила выполнения схем	233
22.4 Построение схемы	234
22.5 Кинематические схемы	235

ГЛАВА 23. МЕХАНИЧЕСКИЕ

ПЕРЕДАЧИ.....240

23.1 Основные виды передач	240
23.2 Зубчатые передачи	240
23.3 Червячная передача.	245
23.4 Реечная передача	247
23.5 Цепные передачи.	247
23.6 Храповой механизм	250
23.7 Соединение зубчатых колес с валом	250

РАЗДЕЛ V. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ГЛАВА 24. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ . . . 252

24.1 Виды строительных чертежей и их выполнение	252
24.2 Чертежи железобетонных конструкций.	256
24.3 Чертежи металлических конструкций.	257
24.4 Чертежи деревянных конструкций.	260

ЛИТЕРАТУРА 262

Учебное издание

КОКОШКО Анатолий Федорович
МАТЮХ Светлана Анатольевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие

2-е издание, исправленное

Редактор *К. В. Иванец*
Художник *В. П. Калинин*
Компьютерная верстка *Т. В. Костюкевич*
Стильредактор *К. В. Иванец*

Подписано в печать 03.08.2016. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Ризография.
Усл. печ. л. 31,15. Уч.-изд. л. 20,98. Тираж 600 экз. Заказ 129.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканский институт профессионального образования.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/245 от 27.03.2014.
Ул. К. Либкнехта, 32, 220004, г. Минск. Тел. 226-41-00, 200-43-88.

Отпечатано в Республиканском институте
профессионального образования. Тел. 200-49-45.