

## **Анализ особенностей оформления чертежей, выпущенных средствами САПР**

© А.А. Головнин

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Рассмотрены некоторые требования 3-й классификационной группы стандартов ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей». Проанализирован учет в стандартах ЕСКД новых реальностей в конструкторской работе, связанных с развитием ЭВМ. Предложено в рамках учебного процесса в техническом вузе активнее знакомить студентов с особенностями оформления чертежей, выполненных в САПР.*

**Ключевые слова:** чертежи, САПР, требования ЕСКД

Появление в 1970-е годы чертежей, выполненных средствами компьютерной печати, показало бесспорные преимущества и открывающиеся перспективы компьютерного черчения. Вместе с тем общие требования стандартов ЕСКД к конструкторским документам при использовании печатающих и графических устройств вывода ЭВМ оказались трудновыполнимыми. Некоторые отступления в компьютерных чертежах от установленных правил оформления конструкторской документации были приведены в принятом в 1979 г. ГОСТ 2.004. Данный стандарт был изменен в 1988 г. [1] и с тех пор не подвергался исправлениям на протяжении уже 30 лет. Это можно объяснить тем, что развитие компьютерной техники и возможностей САПР не только позволило преодолеть трудности, связанные с ограниченностью возможностей устройств вывода первых ЭВМ, но и привело к появлению новых возможностей, расширяющих «язык техники».

Это делает актуальным анализ правил, требований и норм по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, установленных стандартами ЕСКД с целью учета в учебном процессе новых реальностей в конструкторской работе, связанных с развитием ЭВМ и появлением электронных конструкторских документов [2].

Рассмотрим некоторые особенности требований 3-й классификационной группы стандартов ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей» к чертежам, полученным с помощью устройств вывода ЭВМ.

1. Выполнение геометрических построений во всех САПР в натуральную величину вместо привычных построений карандашом с учетом масштаба указывает на необходимость пересмотра отношения к определению формата, а также тесно связанного с ним понятия масштаба. Так, ГОСТ 2.104–2006 устанавливает, что в графе 32 основной надписи для электронного документа указывают формат ли-

ста, которому будет соответствовать обозначенный в графе 6 масштаб (а не формат листа по ГОСТ 2.301–68 для бумажных чертежей).

Действительно, в чертежных программах САПР масштаб — это отношение размеров геометрического объекта и атрибутивной информации на чертеже (тексты, таблицы, условные обозначения и др.). Трактовка формата по ГОСТ 2.104–2006 допускает возможность распечатки чертежа на листах разного формата, например меньшего, чем указан в графе 32 основной надписи.

2. Можно заметить, что ряд чисел 2, 2,5, 4, 5, 10, используемых в установленных по ГОСТ 2.302–68 масштабах, выбран исключительно по признаку легкости устного счета для перевода истинных длин отрезков в длины отрезков на чертеже. Следует отметить неравномерность градации масштаба. Два ближайших масштаба отличаются друг от друга в 1,25, 1,6, 1,2, 2 раза. Вследствие этого возникает желание использовать масштаб 1:1,5, и трудно сделать осознанный выбор между масштабами уменьшения 1:4 и 1:5.

Между тем в ГОСТ 8032–84 представлены ряды предпочтительных чисел, которые должны применяться при установлении градаций параметров технических объектов (продукции, условий ее существования, технологических процессов и др.). Предпочтительные числа по ГОСТ 8032–84 получают на основе геометрической прогрессии. При количестве членов прогрессии в одном десятичном интервале  $R5$  округленное значение знаменателя прогрессии  $Q0 = 1,6$  [3]. В этом случае ряд масштабов уменьшения выглядел бы так: 1:1,6; 1:2,5; 1:4; 1:6,3; 1:10 и т. д. Более того, ГОСТ 2.004–88 допускает применять масштабы уменьшения  $1:n$  и увеличения  $n:1$ , где  $n$  — рациональное число, например 1:2/3. Эти изменения уже находят применение в учебном процессе, в частности в МГТУ им. Н.Э. Баумана [4].

Помимо числового вида масштаба (численный масштаб), почти до начала XX в. на чертежах указывался линейный или поперечный масштаб [5]. Линейный масштаб используется на картах, а плавающий применяется в геоинформационных программах на смартфонах. Вполне приемлемым представляется размещение на чертеже графика линейного масштаба и применение на электронных чертежах плавающего масштаба.

Само значение масштаба, обеспечивающего свойство метричности чертежа в карандашных технологиях, с использованием информационных технологий кардинально изменилось и не требует знания его точной величины для работы с чертежом.

Следует отметить, что удобные для устного счета масштабы по ГОСТ 2.302–68 — не единственно возможная градация масштабов графических конструкторских документов. В США, а также до введения метрификации в Великобритании, Канаде и Австралии, шкалы

архитекторов обозначены как отношение  $x$  дюймов к футу (пишутся как  $x'' = 1'-0''$ ). Например, один дюйм, измеренный на чертеже со шкалой «один дюйм к футу», эквивалентен одному футу в реальном мире (шкала 1:12). Один дюйм, измеренный на чертеже с масштабом «два дюйма к футу», эквивалентен шести дюймам в реальном мире (шкала 1:6). Эти числа неудобны для устного счета, но свободно применяются с учетом использования линеек, которые могут быть плоскими, с четырьмя шкалами или симметричными 3-лопастными поперечными сечениями с шестью шкалами. Шкалы, как правило, группируются в парах с использованием одной и той же двойной строки (одна шкала считывается справа, а другая — слева):  $3'' = 1'-0''$  (отношение эквивалентно 1:4);  $11/2'' = 1'-0''$  (1:8);  $1'' = 1'-0''$  (1:12);  $1/2'' = 1'-0''$  (1:24) и т. д. [6].

3. Если карандашные линии при разрешенных 1,4 мм и рекомендуемых в учебных целях 0,8–1 мм смотрятся наиболее удобочитаемо, то линии на чертежах, распечатанных на принтере, даже при толщине 1 мм смотрятся очень тяжело. Распечатанные чертежи хорошо читаются при толщине основной линии 0,3 мм или тоньше. При наименьшей разрешенной по ГОСТ 2.303–68 толщине линий, выполненных в туши (0,2 мм) и карандашом (0,3 мм), минимальная возможная по техническим ограничениям толщина одноканальной линии графического устройства вывода — 0,08 мм. Минимальная толщина линии, окрашенной более чем в одну краску, — 0,18 мм [7].

В ГОСТ 2.004–88 не указана толщина линий, установлено только, что следует применять линии в соответствии с ГОСТ 2.303–68 с учетом следующего требования: толщина сплошных тонкой и волнистой, штриховой и штрихпунктирной линий должна быть от  $S/3$  до  $S/2$ . При минимальной технически обеспечиваемой графическими устройствами вывода толщине тонкой линии 0,08 мм толщина толстой линии может быть 0,16–0,24 мм.

Вполне обоснованной выглядит предусмотренная в САПР возможность не отображать на экране монитора толщину линии, тем более что можно выразить свойства линии через цвет. При уменьшении масштаба отображения чертежа на экране штрихи и точки становятся невидимыми, а толщина — минимально возможной для всех линий. Если прикрепить какой-либо цвет к каждому типу линии, чертеж остается легко читаемым. Использование цветов в чертежах стандартами ЕСКД не предусмотрено, что, впрочем, не запрещает предусмотреть их применение в стандартах предприятия.

4. По ГОСТ 2.304–81 при выполнении документов автоматизированным способом допускается применять шрифты, используемые средствами вычислительной техники. В этом случае должны быть обеспечены их хранение и передача пользователям документов.

С учетом того что на любом компьютере имеются шрифты, которые удобнее шрифта чертежного по ГОСТ 2.304–81, и их не надо передавать пользователям документов, это указание фактически отменяет положения стандарта, относящиеся к очертанию шрифта. Кроме того, трудно представить в условиях выполнения конструкторской документации с помощью САПР применение шрифта чертежного, разработанного для ручного написания букв и цифр, и возможности его последующего машинного распознавания.

Существуют различные методы определения удобочитаемости шрифта. Наиболее объективным и функциональным принято считать метод измерения скорости чтения. Он заключается в определении времени чтения связного или несвязного текста заданного объема. Другим вариантом метода является определение количества знаков, прочитанных испытуемым за некоторое время [8, 9]. Шрифт чертежный не выдерживает такого подхода.

Более того, шрифт по ГОСТ 2.304–81 по сравнению со многими широко применяемыми в современных компьютерах шрифтами обеднен тем, что в нем отсутствуют греческие буквы и многие математические знаки. А по ГОСТ 2.004–88 в документах, получаемых на графических устройствах, допускаются другие шрифты при условии однозначности понимания каждого символа. Это еще один аргумент в пользу уменьшения внимания к шрифту чертежному в учебном процессе.

Представляется, что отражение новых реалий проектно-конструкторской работы, связанных с ЭВМ, более актуально в СПДС, чем в ЕСКД: «Документацию, как правило, выполняют автоматизированным способом на бумажном носителе и/или в виде ДЭ. Указания цвета условных обозначений приводятся в соответствующих стандартах СПДС. Если цвета условных обозначений, применяемых на чертежах, не установлены в стандартах, их назначение указывают на чертежах.

При выполнении графических документов применяют шрифты по ГОСТ 2.304–81, а также другие шрифты, используемые средствами вычислительной техники, при обеспечении условий доступности этих шрифтов пользователям документов. При оформлении текстовых документов рекомендуется использовать гарнитуру шрифта Arial или Times New Roman» [10].

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы:

1) ЕСКД, помимо правил, требований и норм по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, учитывающих опыт многих поколений конструкторов, содержит также указания, связанные с особенностями оформления чертежей, выполненными средствами САПР;

2) знакомство будущих конструкторов с особенностями оформления чертежей, выполненных средствами САПР, должно происходить в рамках учебного процесса с учетом ускоренного научно-технического процесса в конструкторских технологиях;

3) принятие правил черчения в компьютерных программах всеми участниками учебного процесса должно происходить одновременно и быть единообразным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 2.004–88. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. *Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001987> (дата обращения 02.09.2018).
- [2] ГОСТ 2.001–2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие положения (с Поправкой). *Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200106859> (дата обращения 02.09.2018).
- [3] ГОСТ 8032–84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел. *Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-8032-84> (дата обращения 02.09.2018).
- [4] Дунаев П.Ф., Леликов О.П. *Конструирование узлов и деталей машин*. Москва, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, с. 488.
- [5] *История развития чертежа*. URL: <http://alldrawings.ru/yroki-cherchenia/item/история-развития-чертежа> (дата обращения 02.09.2018).
- [6] Масштабная линейка. *Википедия*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Scale\\_ruler#Metric\\_units](https://en.wikipedia.org/wiki/Scale_ruler#Metric_units) (дата обращения 02.09.2018).
- [7] *Требования к макету*. URL: <https://printsite.ru/treb-of.html> (дата обращения 02.09.2018).
- [8] Трушко Е.Г., Зубарик А.В. Определение удобочитаемости шрифта на основе его геометрических параметров. *Молодой ученый*, 2016, № 12, с. 397–400. URL: <https://moluch.ru/archive/116/31392/> (дата обращения 02.09.2018).
- [9] Токарь О.В. *Комплексная оценка удобочитаемости современных типографских шрифтов на допечатной стадии полиграфического производства*. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, МГУП, 2006, 22 с.
- [10] ГОСТ Р 21.1101–2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. *Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104690> (дата обращения 02.09.2018).

Статья поступила в редакцию 16.11.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Головнин А.А. Анализ особенностей оформления чертежей, выполненных средствами САПР. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 11.

<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-11-575>

**Головнин Алексей Алексеевич** — канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: [golovninaa@rambler.ru](mailto:golovninaa@rambler.ru)

## Analysis of the design features of drawings produced by means of CAD

© A.A. Golovnin

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

*The article considers some requirements of the 3rd classification group of USDD standards "General rules for the drawing works". The inclusion of new realities in the design work, associated with the development of computers in the USDD standards, is analyzed. It was proposed in the framework of the educational process in a technical university to acquaint students more actively with the peculiarities of execution of drawings made in CAD.*

**Keywords:** drawings, CAD, USDD requirements

### REFERENCES

- [1] GOST 2.004–88. Edinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii (ESKD). Obshchie trebovaniya k vypolneniyu konstruktorskikh i tekhnologicheskikh dokumentov na pechataushchikh i graficheskikh ustroystvakh vyvoda EVM [Unified system of design documentation (USDD). General requirements for performing design and technological documents on the printing and graphic output devices of the computer]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic store of legal and standard technical documents]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200001987> (accessed September 2, 2018).
- [2] GOST 2.001–2013. Edinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii (ESKD). Obshchie polozheniya (s popravkoy) [Unified system of design documentation (USDD). General provisions (with amendment)]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic store of legal and standard technical documents]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200106859> (accessed September 2, 2018).
- [3] GOST 8032–84. Predpochtitelnye chisla i ryady predpochtitelnykh chisel. [Preferred numbers and series of preferred numbers]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic store of legal and standard technical documents]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-8032-84> (accessed September 2, 2018).
- [4] Dunaev P.F., Lelikov O.P. *Konstruirovaniye uzlov i detaley mashin* [Design of machine components]. Moscow, BMGTU Publ., 2017, 488 p.
- [5] *Istoriya razvitiya chertezha* [The history of the drawing]. Available at: <http://alldrawings.ru/yroki-cherchenia/item/история-развития-чертежа> (accessed September 2, 2018).
- [6] Masshtabnaya lineyka [Scale bar]. *Wikipedia*. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Scale\\_ruler#Metric\\_units](https://en.wikipedia.org/wiki/Scale_ruler#Metric_units) (accessed September 2, 2018).
- [7] Trebovaniya k maketu [Layout requirements]. Available at: <https://printsite.ru/treb-of.html> (accessed September 2, 2018).
- [8] Trushko E.G., Zubarik A.V. *Molodoy uchenyy (Young scientist)*, 2016, no. 12, pp. 397–400. Available at: <https://moluch.ru/archive/116/31392/> (accessed September 2, 2018).
- [9] Tokar O.V. *Kompleksnaya otsenka udobochitaemosti sovremennykh tipograficheskikh shriftov na dopechatnoy stadii poligraficheskogo proizvodstva*. Diss.

kand. tekhn. nauk. Avtoreferat [Comprehensive assessment of the readability of modern typographic fonts at the printing production prepress stage. Cand. eng. sci. diss. Abstract ]. Moscow, Moscow State University of Printing Arts Publ., 2006, 22 p.

- [10] GOST R 21.1101–2013. Sistema proektnoy dokumentatsii dlya stroitelstva. Osnovnye trebovaniya k proektnoy i rabochey dokumentatsii [System of design documents for construction. General requirements for working design documentation]. *Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii* [Electronic store of legal and standard technical documents]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200104690> (accessed September 2, 2018).

**Golovnin A.A.**, Cand. Sc. (Eng.), Professor, Department of Engineering Graphics, Bauman Moscow State Technical University. Research Interests: engineering geometry and computer graphics. e-mail: [golovninaa@rambler.ru](mailto:golovninaa@rambler.ru)