

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ: ОТ ЧЕРТЕЖА К 3D-МОДЕЛИ

Тараховский А.Ю.

*Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия;
Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова,
Симферополь, Россия*

Ключевые слова: инженерная графика, чертёж, 3D-модель, проектирование, система автоматизированного проектирования, геометрические построения, компьютерное моделирование.

Аннотация. Статья рассматривает эволюцию чертежей от древности до современности, акцентируя внимание на переходе к автоматизированному проектированию с помощью систем автоматизированного проектирования, таких как Компас-3D. Подчеркиваются преимущества 3D моделирования: улучшенная визуализация, повышенная точность, эффективная работа с деталями и симуляция. Обсуждается роль 3D моделей в производственном цикле, включая прототипирование и контроль качества.

FUNDAMENTALS OF ENGINEERING GRAPHICS: FROM DRAWING TO 3D MODEL

Tarakhovskiy A.Yu.

*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia;
Crimean Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov,
Simferopol, Russia*

Keywords: engineering graphics, drawing, 3D model, design, computer-aided design system, geometric constructions, computer modeling.

Abstract. The article examines the evolution of drawings from antiquity to the present, focusing on the transition to computer-aided design using computer-aided design systems such as Compass-3D. The advantages of 3D modeling are emphasized: improved visualization, increased accuracy, efficient work with details and simulation. The role of 3D models in the production cycle, including prototyping and quality control, is discussed.

Появление чертежей можно связать с необходимостью строительства укреплений и городских построек. В археологии известны первые прообразы чертежей, выполненные на камне, глиняных табличках, пергаменте и папирусе, и других подручных материалах. Первые чертежи выполнялись от руки, но человек всегда стремился облегчить себе работу, поэтому были придуманы линейки и циркули, линейки были деревянными, а циркули выполнялись из бронзы, позднее из железа, что подтвердили раскопки в разных местах земли. Найденным циркулям более 2 тысяч лет.

С течением времени и с открытием законов перспективы требования к выполнению чертежей усложнялись, они становились более точными, стали применяться проекционные связи, появилось понятие масштаба. Для показа внутреннего устройства изделия начали широко применять разрезы. Чертежи стали выполняться на бумаге.

При бурном развитии промышленности возникла необходимость в точности передачи технической информации и её единообразии. С течением времени были разработаны стандарты и правила оформления чертежей, которые позволяли унифицировать процесс передачи информации. Эти стандарты включали использование определенных видов линий (основные, вспомогательные, штриховые), масштабы и условные обозначения [1]. Однако ручной труд был медленным и трудоемким процессом. Каждый чертеж требовал высокой точности и внимания к деталям. Ошибки могли привести к серьезным последствиям при реализации проекта. Поэтому инженеры всегда искали способы автоматизации этого процесса. Первым шагом к автоматизации стало появление механических устройств, таких как пантографы, рейсшины и лекала, что позволило ускорить процесс создания чертежей и повысить их точность.

С появлением персональных компьютеров и специализированных программ для проектирования начался новый этап в истории инженерной графики. Современные САПР предоставляют инженерам мощные инструменты для создания 3D моделей, ассоциативных чертежей и последующего редактирования этих чертежей прямо на экране компьютера [2].

Можно выделить несколько преимуществ перехода к 3D моделированию.

1. Улучшение визуального восприятия: В традиционной инженерной графике информация представлена в виде нескольких видов (фронтальный, боковой, вид сверху). Это требует от инженера умения мысленно воссоздавать форму объекта по отдельным проекциям. В Компас-3D объект представлен сразу в трёх измерениях, что облегчает понимание его структуры и позволяет избежать ошибок при интерпретации чертежей.

2. Повышенная точность: Как уже было упомянуто, Компас-3D устраняет риски ошибок, связанных с человеческим фактором. Все размеры и углы задаются числовыми значениями, что гарантирует соответствие готового изделия проектным требованиям.

3. Эффективная работа с деталями: При традиционном черчении каждый элемент конструкции приходится рисовать отдельно, что занимает много времени. В Компас-3D базовые примитивы (цилиндры, призмы, сферы) создаются автоматически, а сложные формы строятся с использованием булевых операций, сплайнов и поверхностей вращения. Это существенно сокращает временные затраты и повышает производительность труда.

Возможность симуляции и анализа: Традиционные чертежи предоставляют лишь статичную картину объекта. В то время как Система прочностного анализа APM FEM для Компас-3D позволяет выполнить:

- статический расчет;
- расчет на устойчивость;
- расчет собственных частот (резонанса) и форм колебаний;
- топологическую оптимизацию;

- расчет задачи стационарной теплопроводности;
- расчет нестационарной теплопроводности (в комплектации PROF);
- расчет задачи термоупругости (при совместном выполнении статического и теплового расчетов);
- нелинейный расчет, а именно учет физической и геометрической, а также общей нелинейности (в комплектации PROF);
- топологическую оптимизацию.

Основная цель работы системы АРМ FEM – дать возможность конструктору уже на начальных стадиях проектирования принимать правильные и обоснованные конструктивные решения, используя построенные 3D-модели [3].

4. Легкость внесения изменений: В случае обнаружения ошибок или необходимости доработки чертежа, его приходится переделывать почти целиком. В Компас-3D изменения вносятся мгновенно, благодаря параметризованным моделям. Достаточно изменить один параметр (например, размер детали), и вся конструкция перестроится автоматически.

Использование 3D-моделей в современном производстве играет ключевую роль на всех этапах жизненного цикла продукта – от разработки концепции до финального контроля качества. Вот основные области применения:

1. Прототипирование. Создание физических прототипов на основе 3D-моделей стало стандартом благодаря аддитивным технологиям (3D-печати). Это позволяет быстро проверить дизайн, эргономику и функциональные характеристики изделий без затрат на изготовление полной производственной оснастки. Прототипы помогают выявлять недостатки на ранних стадиях проекта, что значительно снижает стоимость исправлений.

2. Аддитивные технологии. Аддитивное производство (или 3D-печать) активно используется для создания уникальных деталей с высокой степенью сложности, которые невозможно изготовить традиционными методами.

3. Контроль качества. 3D-модели играют важную роль в процессе контроля качества. Сравнение реальной детали с цифровой моделью позволяет оперативно обнаруживать отклонения и несоответствия стандартам.

Переход от классических методов инженерной графики к использованию Компас-3D открывает перед инженерами новые перспективы. В результате процесс проектирования становится более эффективным, надёжным и ориентированным на современные требования рынка.

Список литературы

1. Маркова Т.В., Третьяков В.П. Формирование инженерных компетенций при изучении базовых профессиональных дисциплин // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2024. – № 13. – С. 25-38. – DOI: 10.18720/SPBPU/2/id24-82.
2. Тараховский А.Ю. Электронные модели изделий в САПР КОМПАС-3D: теоретические аспекты и практические рекомендации // Автоматизированное

проектирование в машиностроении. – 2025. – №18 – С. 4-7. – DOI: 10.26160/2309-8864-2025-18-4-7.

3. ООО НТЦ «АПМ». Инженерные расчеты для машиностроения и строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apm.ru/apm-fem>.

References

1. Markova T.V., Tretyakov V.P. Formation of engineering competencies in the study of basic professional disciplines // Modern mechanical engineering. Science and education. 2024, no. 13, pp. 25-38. DOI: 10.18720/SPBPU/2/id24-82.
2. Tarakhovsky A.Yu. Electronic models of products in CAD COMPASS-3D: theoretical aspects and practical recommendations // Computer-aided design in mechanical engineering. 2025, no. 18, pp. 4-7. DOI: 10.26160/2309-8864-2025-18-4-7.
3. NTC "APM" LLC. Engineering calculations for mechanical engineering and construction [Electronic resource]. – Access mode: <https://apm.ru/apm-fem>.

Тараховский Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Цифровое проектирование», старший научный сотрудник научно-производственного центра инжиниринговых технологий
aytarakhovskiy@sevsu.ru

Tarakhovsky Aleksey Yurievich – candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of digital design, senior researcher at the scientific and production center for engineering technologies

Received 20.02.2025