

УДК 004.92 + 744:621
ББК 32.972
К88

Кувшинов Н. С.

К88 nanoCAD Механика 9.0. Инженерная 2D- и 3D-графика. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 474 с.: ил. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.

ISBN 978-5-97060-732-9

В книге рассматривается отечественная разработка nanoCAD Механика 9.0, созданная на базе САПР-ПЛАТФОРМЫ nanoCAD и усовершенствованной версии nanoCAD Plus 10, а также возможности её использования вместо зарубежного аналога AutoCAD. Оценка возможностей работы осуществлялась на основе системного подхода, включающего: совокупность последовательного использования команд с выполнением на их основе примеров построения деталей; подбор деталей для выполнения примеров «от самой простой – к более сложной» на основе случайной выборки; учет геометрической формы деталей и способов их образования.

В первой части книги «Основы 2D-графики» рассмотрены основные возможности и приемы работы, приведены примеры выполнения чертежей деталей и принципиальных схем. Выполнение примеров обеспечивалось кратким содержанием необходимых стандартов ЕСКД или ссылками на них в списке литературы. При выполнении чертежей использовались: встроенная база элементов; автоматизированная вставка спецификаций; автоматизированная вставка и заполнение форматов; автоматизированная вставка знаков шероховатостей поверхностей. Разобраны примеры построения разверток поверхностей. Приведены краткие сведения и возможности использования встроенной системы NormaCS.

Во второй части книги «Основы 3D-графики» рассмотрены базовые средства для 3D- и 2D-моделирования, включая булевы операции. Разобраны примеры построения 3D-моделей деталей, их 2D-видов и 2D-разрезов. Для получения конечных 2D-чертежей использовалась современная технология выполнения и оформления чертежей «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».

Повышение наглядности результатов построения деталей в 2D- и 3D-графике обеспечивалось текстовыми пояснениями и сопровождалось таблицами с рисунками поэтапных действий.

Книга может быть рекомендована для конструкторов и технологов, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, интересующихся использованием отечественных САПР.

УДК 004.92 + 744:621
ББК 32.972

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-97060-732-9

© Кувшинов Н.С., ЗАО «Нанософт», 2018
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2019

Содержание

| | |
|--|----|
| Предисловие | 12 |
| Часть I. ОСНОВЫ 2D-ГРАФИКИ | 16 |
| Глава 1. Начало работы. Заготовки чертежей | 17 |
| 1.1. Открытие рабочего окна на экране монитора..... | 17 |
| 1.2. Вызов исполняющих команд | 18 |
| 1.3. Отмена и возврат действия исполняющих команд..... | 19 |
| 1.3.1. Основные способы отмены действия команд | 19 |
| 1.3.2. Основные способы возврата действия команд..... | 20 |
| 1.4. Вывод и размещение дополнительных панелей инструментов в рабочем окне | 20 |
| 1.5. Создание заготовки чертежа-прототипа «Деталь»..... | 23 |
| 1.5.1. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа | 23 |
| 1.5.2. Настройка размеров формата | 23 |
| 1.5.3. Настройка текстового стиля | 24 |
| 1.5.4. Создание новых слоев и задание их параметров | 24 |
| 1.5.5. Настройка размерного стиля | 26 |
| 1.5.6. Автоматизированная вставка формата в заготовку чертежа-прототипа «Деталь»..... | 28 |
| 1.5.7. Автоматизированное заполнение основной надписи вставленного формата | 30 |
| 1.5.8. Сохранение заготовки чертежа-прототипа «Деталь» и закрытие nanoCAD | 34 |
| 1.6. Создание заготовки чертежа-прототипа «Сборочный чертеж» | 34 |
| 1.6.1. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа | 34 |
| 1.6.2. Настройка размеров формата | 34 |
| 1.6.3. Остальные необходимые настройки | 34 |
| 1.6.4. Сохранение заготовки чертежа-прототипа «Сборочный чертеж» и закрытие редактора | 34 |
| 1.7. Создание заготовки чертежа-прототипа «Спецификация сборочного чертежа» | 35 |
| 1.7.1. Общие положения | 35 |
| 1.7.2. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа | 36 |
| 1.7.3. Настройка размеров формата | 37 |
| 1.7.4. Автоматизированная вставка заглавного листа спецификации в заготовку чертежа-прототипа «Спецификация сборочного чертежа» | 37 |
| 1.7.5. Автоматизированное заполнение заглавного листа спецификации | 39 |
| 1.8. Создание заготовок чертежей-прототипов «Перечень элементов схем принципиальных» | 44 |
| 1.8.1. Общие положения | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 1.8.2. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа | 46 |
| 1.8.3. Настройка размеров формата | 47 |
| 1.8.4. Создание заготовки чертежа-прототипа заглавного листа «Перечень элементов схем принципиальных» | 47 |
| 1.8.5. Создание заготовки чертежа-прототипа последующих листов «Перечень элементов схем принципиальных» | 48 |
| Глава 2. Подготовка и основные действия для построения чертежей, их редактирования и распечатки | 50 |
| 2.1. Перевод выбранного слоя чертежа в состояние активного текущего слоя | 50 |
| 2.2. Задание объектам чертежа независимых параметров..... | 51 |
| 2.3. Настройка и использование режимов объектной привязки..... | 52 |
| 2.3.1. Постоянный режим объектной привязки | 52 |
| 2.3.2. Временный режим объектной привязки..... | 53 |
| 2.4. Способы выбора объектов чертежа для использования командами Редактирование | 54 |
| 2.4.1. Основной способ выбора одного объекта | 54 |
| 2.4.2. Основной способ выбора нескольких объектов..... | 54 |
| 2.4.3. Выбор нескольких объектов «простой» рамкой..... | 54 |
| 2.4.4. Выбор нескольких объектов «секущей» рамкой | 55 |
| 2.4.5. Исключение объектов из выбранного набора | 55 |
| 2.4.6. Выбор объектов опциями из командной строки..... | 55 |
| 2.5. Управление изображением чертежа на экране монитора | 56 |
| 2.6. Использование основных режимов из строки состояния..... | 57 |
| 2.6.1. Режим черчения ОРТО..... | 57 |
| 2.6.2. Режим черчения ОТС-ПОЛЯР | 58 |
| 2.6.3. Режим черчения ДИН-ВВОД..... | 59 |
| 2.6.4. Режим ВЕС | 60 |
| 2.6.5. Режим ШТРИХОВКА..... | 60 |
| 2.7. Использование буфера обмена..... | 61 |
| 2.7.1. Работа с «горячими клавишами» | 61 |
| 2.7.2. Работа с командами выпадающего меню | 61 |
| 2.8. Копирование свойств объектов..... | 64 |
| 2.9. Использование правой кнопки мыши..... | 65 |
| 2.10. Автоматизированная простановка и редактирование размеров на чертежах | 66 |
| 2.10.1. Основные положения..... | 67 |
| 2.10.2. Простановка размеров на немасштабируемых чертежах | 70 |
| 2.10.3. Простановка размеров на масштабируемых чертежах | 72 |
| 2.10.4. Редактирование размеров | 73 |
| 2.11. Автоматизированная простановка и редактирование знаков шероховатости поверхностей..... | 76 |
| 2.11.1. Основные положения..... | 76 |
| 2.11.2. Простановка знаков на поверхностях деталей | 79 |
| 2.11.3. Простановка знаков в правом верхнем углу чертежа..... | 81 |

| | |
|--|-----|
| 2.11.4. Редактирование знаков | 82 |
| 2.12. Автоматизированное нанесение и редактирование штриховки | 83 |
| 2.12.1. Основные положения..... | 84 |
| 2.12.2. Нанесение штриховки | 84 |
| 2.12.3. Редактирование штриховки | 87 |
| 2.13. Выполнение текстовых надписей | 88 |
| 2.13.1. Основные положения..... | 88 |
| 2.13.2. Выполнение текстовых надписей | 90 |
| 2.13.3. Редактирование текстовых надписей..... | 92 |
| 2.14. Варианты выполнения, компоновки и вывода чертежей на печать | 92 |
| 2.15. Вывод чертежей на печать..... | 93 |
| 2.16. Использование базы элементов nanoCAD..... | 94 |
| 2.17. Автоматизированная простановка и обозначение видов, разрезов и сечений, выносных видов, выносок, линий обрывов и разрывов | 95 |
| 2.17.1. Основные настройки элементов оформления | 95 |
| 2.17.2. Виды | 95 |
| 2.17.3. Разрезы и сечения | 98 |
| 2.17.4. Выносные виды | 100 |
| 2.17.5. Выноски..... | 101 |
| 2.17.6. Линии обрывов и разрывов | 103 |
| 2.18. Деление примитивов на равные части..... | 106 |
| 2.19. Использование градиентных заливок..... | 108 |
| 2.20. Отображение и редактирование поверхностей в форме сетей | 111 |
| 2.21. Использование справочной системы nanoCAD | 113 |
| 2.21.1. Получение общих сведений о системе | 113 |
| 2.21.2. Получение сведений об исполняющих командах | 114 |
| 2.21.3. Получение сведений об объектах чертежа | 115 |
| 2.22. Использование встроенной в nanoCAD системы NormaCS..... | 116 |
| 2.23. Использование приложений nanoCAD | 119 |
| 2.24. Использование клавиатурных сокращений..... | 121 |
| 2.25. Возможность работы с чертежами AutoCAD | 124 |

Глава 3. Выполнение чертежей плоских контуров..... 125

| | |
|---|-----|
| 3.1. Основные положения | 125 |
| 3.2. Выполнение чертежа детали «Корпус спиннера» | 125 |
| 3.3. Выполнение чертежа детали «Фиксатор»..... | 130 |
| 3.4. Автоматизированное построение разверток поверхностей | 133 |
| 3.4.1. Построение развертки цилиндра..... | 134 |
| 3.4.2. Построение развертки сферы..... | 137 |
| 3.4.3. Построение развертки составной поверхности..... | 141 |
| Выводы | 146 |

Глава 4. Выполнение проекционного чертежа детали и вывод его на печать..... 147

| | |
|---|-----|
| 4.1. Выполнение чертежа детали и вывод его на печать в пространстве модели | 147 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 4.1.1. Анализ геометрической формы литой детали..... | 147 |
| 4.1.2. Выполнение разрезов. Основные положения..... | 149 |
| 4.1.3. Выполнение, оформление и компоновка чертежа..... | 149 |
| 4.2. Выполнение чертежа детали и вывод его на печать комбинированным способом..... | 153 |

Глава 5. Выполнение чертежей деталей и изделий приборостроения..... 163

| | |
|--|-----|
| 5.1. Автоматизированное выполнение чертежей винтовых соединений..... | 163 |
| 5.1.1. Основные положения..... | 163 |
| 5.1.2. Две задачи инженерной графики..... | 165 |
| 5.1.3. Расчет, выполнение и оформление соединения. Пример № 1. Винт с цилиндрической головкой..... | 167 |
| 5.1.4. Расчет, выполнение и оформление соединения. Пример № 2. Винт с полукруглой головкой..... | 174 |
| 5.1.5. Расчет параметров, выполнение и оформление глухих резьбовых отверстий под винты в рабочих чертежах деталей..... | 178 |
| 5.2. Автоматизированное выполнение чертежа детали «Штуцер»..... | 181 |
| 5.2.1. Основные положения..... | 181 |
| 5.2.2. Выполнение чертежа..... | 182 |
| 5.2.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 191 |
| 5.3. Автоматизированное выполнение чертежа детали «Вал регулировочный»..... | 192 |
| 5.3.1. Основные положения..... | 192 |
| 5.3.2. Выполнение чертежа..... | 194 |
| 5.3.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 197 |
| 5.4. Выполнение чертежа детали «Кронштейн»..... | 198 |
| 5.4.1. Основные положения..... | 198 |
| 5.4.2. Выполнение чертежа..... | 200 |
| 5.4.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 202 |
| 5.5. Выполнение чертежа упругой детали «Петля фиксирующая»..... | 204 |
| 5.5.1. Основные положения..... | 204 |
| 5.5.2. Выполнение чертежа..... | 205 |
| 5.5.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 208 |
| 5.6. Выполнение чертежа детали «Крышка»..... | 208 |
| 5.6.1. Основные положения..... | 208 |
| 5.6.2. Выполнение чертежа..... | 210 |
| 5.6.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 213 |
| 5.7. Выполнение чертежа армированного изделия «Разъем»..... | 215 |
| 5.7.1. Основные положения..... | 215 |
| 5.7.2. Выполнение чертежа..... | 217 |
| 5.7.3. Оформление чертежа и вывод его на печать..... | 222 |

Глава 6. Выполнение чертежей машиностроительных деталей..... 225

| | |
|--|-----|
| 6.1. Автоматизированное выполнение чертежа детали «Вал привода»..... | 225 |
| 6.1.1. Основные положения..... | 225 |

| | |
|---|-----|
| 6.1.2. Выполнение чертежа | 227 |
| 6.1.3. Оформление чертежа и вывод его на печать | 231 |
| 6.2. Автоматизированное выполнение чертежа детали «Колесо зубчатое» | 233 |
| 6.2.1. Основные положения | 233 |
| 6.2.2. Выполнение чертежа | 236 |
| 6.2.3. Оформление чертежа и вывод его на печать | 245 |
| 6.2.4. Примеры оформления чертежей деталей зубчатых передач | 246 |
| 6.3. Выполнение чертежей пружин | 247 |
| 6.3.1. Основные положения | 247 |
| 6.3.2. Выполнение чертежей | 251 |

| | |
|---|------------|
| Глава 7. Выполнение чертежа «Схема электрическая принципиальная» | 255 |
| 7.1. Основные положения | 255 |
| 7.2. Особенности выполнения и оформления схем | 256 |
| 7.3. Выполнение и оформление схемы традиционным способом | 262 |
| 7.4. Выполнение и оформление схемы с использованием функциональной панели «Инструменты» | 271 |

| | |
|---|------------|
| Глава 8. Выполнение чертежа «Схема кинематическая принципиальная» | 273 |
| 8.1. Основные положения | 273 |
| 8.2. Выполнение и оформление схемы традиционным способом | 279 |
| 8.3. Автоматизированное выполнение и оформление схемы с использованием базы элементов nanoCAD | 289 |
| 8.4. Выполнение и оформление схемы с использованием функциональной панели Инструменты | 293 |

| | |
|---|------------|
| Глава 9. Выполнение чертежа «Схема гидравлическая принципиальная» | 294 |
| 9.1. Основные положения | 294 |
| 9.2. Особенности выполнения и оформления схем | 295 |
| 9.3. Выполнение и оформление схемы традиционным способом | 299 |
| 9.4. Автоматизированное выполнение и оформление схемы с использованием базы элементов nanoCAD | 304 |

| | |
|--|------------|
| Часть II. ОСНОВЫ 3D-ГРАФИКИ | 309 |
|--|------------|

| | |
|---|------------|
| Глава 10. Экранные средства для работы с 3D-графикой | 310 |
| 10.1. Задание конфигурации видовых экранов | 310 |
| 10.2. Задание проекционных видов на видовых экранах | 312 |
| 10.3. Задание положения координат на видовых экранах | 314 |
| 10.4. Осмотр 3D-моделей на видовых экранах | 316 |
| 10.5. Дополнительные средства управления видами | 318 |
| 10.6. Визуализация 3D-моделей на видовых экранах | 320 |

| | |
|--|-----|
| Глава 11. Построение 3D-моделей деталей | 322 |
| 11.1. Построение плоских эскизов | 322 |
| 11.2. Совместное использование знака ПСК и объектной привязки | 328 |
| 11.3. Базовые средства 3D-моделирования | 329 |
| 11.4. Способы редактирования 3D-моделей деталей..... | 336 |
| 11.5. Три способа построения 3D-моделей деталей с использованием команды 3D Выдавливание | 340 |
| 11.6. Использование команды 3D Выдавливание для построения 3D-моделей деталей | 344 |
| 11.6.1. Построение 3D-модели литой детали..... | 344 |
| 11.6.2. Построение 3D-модели детали «Валик регулировочный» | 348 |
| 11.6.3. Построение 3D-модели детали «Крышка» | 350 |
| 11.6.4. Построение 3D-модели детали «Рычаг» | 354 |
| 11.6.5. Построение 3D-модели детали «Кронштейн» | 356 |
| 11.6.6. Построение 3D-модели детали «Лепесток» | 357 |
| 11.6.7. Построение 3D-модели детали «Основание» | 358 |
| 11.7. Построение 3D-модели детали «Гайка шестигранная» комбинированным способом | 358 |
| 11.8. Построение 3D-модели детали «Крестовина» комбинированным способом..... | 361 |
| 11.9. Использование команды 3D Вращение для построения 3D-моделей деталей | 363 |
| 11.9.1. Построение 3D-модели детали «Изолятор» | 364 |
| 11.9.2. Построение 3D-модели детали «Толкатель» | 367 |
| 11.9.3. Построение 3D-модели детали «Рукоятка» | 369 |
| 11.9.4. Построение 3D-модели детали «Вал привода» | 372 |
| 11.10. 3D-моделирование деталей с использованием булевых операций | 376 |
| 11.10.1. Общий алгоритм выполнения булевых операций..... | 376 |
| 11.10.2. Алгоритм булевой операции Объединение..... | 376 |
| 11.10.3. Алгоритм булевой операции Пересечение..... | 377 |
| 11.10.4. Алгоритм булевой операции Вычитание | 377 |
| 11.10.5. Построение 3D-модели детали «Рычаг» | 378 |
| 11.10.6. Построение 3D-модели детали «Переходник» | 379 |
| 11.10.7. Построение 3D-модели детали «Шестерня» | 380 |
| 11.10.8. Построение 3D-модели детали «Корпус» | 381 |
| 11.10.9. Примеры построения частей 3D-моделей деталей с элементами одинаковой геометрической формы | 383 |
| Глава 12. Построение 2D-моделей деталей | 384 |
| 12.1. Базовые средства 2D-моделирования | 384 |
| 12.2. Построение 2D-видов деталей | 384 |
| 12.2.1. Пример № 1. Построение трех основных видов детали с двумя плоскостями симметрии..... | 384 |
| 12.2.2. Пример № 2. Построение 2D-вида детали с двумя плоскостями симметрии в ЮЗ изометрии..... | 386 |

| | |
|---|------------|
| 12.2.3. Пример № 3. Построение трех основных видов детали с одной плоскостью симметрии..... | 387 |
| 12.3. Построение простых 2D-разрезов деталей | 390 |
| 12.3.1. Пример № 1. Построение полного фронтального и профильного разрезов детали с двумя плоскостями симметрии | 390 |
| 12.3.2. Пример № 2. Построение четвертного выреза в детали с двумя плоскостями симметрии (ЮЗ изометрия)..... | 391 |
| 12.2.3. Пример № 3. Построение полного фронтального и профильного разрезов детали с одной плоскостью симметрии..... | 393 |
| 12.3.4. Пример № 4. Доработка фронтального и профильного разрезов детали в соответствии со стандартами ЕСКД..... | 394 |
| 12.4. Построение ступенчатого 2D-разреза детали с использованием команды 3D Выдавливание | 396 |
| 12.5. Построение ступенчатого 2D-разреза детали с использованием команды Секущая плоскость | 402 |
| 12.6. Построение натуральной величины наклонного сечения детали с использованием команды Секущая плоскость | 406 |
| 12.7. Построение простого 2D-разреза детали с использованием команды Секущая плоскость | 410 |
| 12.8. Построение ломаного 2D-разреза детали с использованием команды Секущая плоскость | 412 |
| 12.9. Построение четвертного выреза в 3D-модели детали с использованием команды 3D Выдавливание | 415 |
| Глава 13. Выполнение 2D-чертежей деталей и вывод их на печать | 418 |
| 13.1. Выполнение чертежей деталей в пространстве модели и вывод их на печать | 418 |
| 13.1.1. Общий алгоритм выполнения чертежей деталей..... | 418 |
| 13.1.2. Пример выполнения чертежа детали. Вывод на печать..... | 420 |
| 13.2. Выполнение чертежей деталей комбинированным способом и вывод их на печать | 423 |
| 13.2.1. Общий алгоритм выполнения чертежей деталей..... | 423 |
| 13.2.2. Пример выполнения чертежа детали. Вывод на печать..... | 423 |
| Вывод..... | 436 |
| Глава 14. Основы 3D-моделирования деталей, образованных несколькими поверхностями..... | 437 |
| 14.1. Основные положения..... | 437 |
| 14.2. 3D-моделирование с использованием команд 3D Выдавливание и 3D Вращение | 438 |
| 14.2.1. Задача № 1. «Построить линию пересечения двух многогранников»..... | 438 |
| 14.2.2. Задача № 2. «Построить линию пересечения многогранной и кривой поверхностей» | 439 |
| 14.2.3. Задача № 3. «Построить линию пересечения двух кривых поверхностей»..... | 440 |

| | |
|---|------------|
| 14.2.4. Задача № 4. «Построить линию пересечения двух кривых поверхностей» (особый случай пересечения – теорема Г. Монжа) | 441 |
| 14.3. 3D-моделирование с использованием булевых операций | 442 |
| Выводы | 443 |
| Глава 15. Ленточный интерфейс папоCAD | 444 |
| 15.1. Общая структура ленточного интерфейса | 444 |
| 15.2. Структура вкладок и групп ленты..... | 445 |
| 15.3. Вызов исполняющих команд | 452 |
| 15.4. Получение справок по командам..... | 452 |
| 15.5. Переключение интерфейсов | 453 |
| 15.6. Пример построения 3D-модели «Панель кулькулятора» | 456 |
| Вывод..... | 465 |
| Заключение | 466 |
| Библиографический список | 468 |