

УДК 744:004.9nanoCAD  
ББК 32.973  
К88

Рецензент:

**А. М. Плаксин**, д-р техн. наук,  
професор Южно-Уральского государственного аграрного университета,  
«Почетный работник ВПО РФ»

**Кувшинов Н. С.**

К88 nanoCAD Механика. Инженерная 2D и 3D компьютерная графика: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 528 с.: ил. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.

**ISBN 978-5-97060-839-5**

В учебном пособии рассматривается работа в программе nanoCAD Механика, созданной на базе САПР-платформы nanoCAD российской компанией «Нанософт».

За основу взяты две предыдущие работы автора «nanoCAD PLUS 10. Адаптация к учебному процессу» (Сер.: САПР-платформа nanoCAD. М.: ДМК Пресс, 2019. 346 с.; электронная версия учебного пособия: [www.litres.ru/nikolay-kuvshinov](http://www.litres.ru/nikolay-kuvshinov)) и «nanoCAD МЕХАНИКА 9.0. Инженерная 2D- и 3D-графика» (Сер.: САПР-платформа nanoCAD. М.: ДМК Пресс, 2019. 476 с.; электронная версия книги: [www.litres.ru/nikolay-kuvshinov](http://www.litres.ru/nikolay-kuvshinov)), содержание которых систематизировано, переработано и дополнено рядом новых необходимых сведений, включая вопросы автоматизированного проектирования крепежных соединений деталей, фланцевых соединений и валов на основе специализированных инструментов и модулей nanoCAD Механика. Приведены многочисленные примеры поэтапного проектирования учебных и натурных деталей и изделий.

Структура и методика изложения материала в учебном пособии соответствуют ФГОС ВО 3++. Оно предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Инженерное дело, технологии и технические науки».

Учебное пособие может быть рекомендовано для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-платформами.

УДК 744:004.9nanoCAD  
ББК 32.973

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 978-5-97060-839-5

© Кувшинов Н.С., ЗАО «Нанософт», 2020  
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2020

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>11</b>
<b>Часть I. ИНЖЕНЕРНАЯ 2D КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.....</b>	<b>16</b>
<b>Глава 1. Интерфейс. Вызов команд. Справочная система .....</b>	<b>17</b>
1.1. Открытие рабочего окна на экране монитора.....	17
1.2. Вызов исполняющих команд .....	20
1.3. Отмена и возврат действия команд.....	20
1.3.1. Основные способы отмены действия команд .....	20
1.3.2. Основные способы возврата действия команд.....	21
1.4. Дополнительные панели инструментов.....	22
1.5. Справочная система.....	23
1.5.1. Получение сведений об исполняющих командах.....	23
1.5.2. Получение сведений об объектах чертежа .....	24
1.6. Система NormaCS .....	25
1.7. Основные настройки элементов оформления .....	28
1.8. Возможность работы с чертежами AutoCAD .....	29
<b>Глава 2. Создание чертежей-прототипов .....</b>	<b>30</b>
2.1. Заготовка чертежа-прототипа «Деталь».....	30
2.1.1. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа .....	30
2.1.2. Настройка размеров формата .....	30
2.1.3. Создание новых слоев и задание их параметров .....	31
2.1.4. Автоматизированная вставка формата в заготовку чертежа-прототипа «Деталь».....	33
2.1.5. Автоматизированное заполнение основной надписи вставленного формата .....	35
2.1.6. Сохранение заготовки чертежа-прототипа «Деталь» и закрытие nanoCAD .....	38
2.2. Заготовка чертежа-прототипа «Сборочный чертеж» .....	38
2.2.1. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа .....	38
2.2.2. Настройка размеров формата .....	38
2.2.3. Остальные необходимые настройки .....	38
2.2.4. Сохранение заготовки чертежа-прототипа «Сборочный чертеж» и закрытие редактора .....	39
2.3. Заготовка чертежа-прототипа «Спецификация сборочного чертежа» .....	39
2.3.1. Запуск nanoCAD и присвоение имени заготовке чертежа .....	40
2.3.2. Настройка размеров формата .....	41
2.3.3. Автоматизированная вставка заглавного листа спецификации в заготовку чертежа-прототипа «Спецификация сборочного чертежа» .....	41
2.3.4. Автоматизированное заполнение заглавного листа спецификации.....	44

2.3.5. Автоматизированная вставка спецификации, встраиваемой в сборочный чертёж изделия .....	49
---	----

## **Глава 3. Команды, режимы и средства для выполнения чертежей ..... 53**

3.1. Основные режимы строки состояния .....	54
3.1.1. Режим черчения ОРТО .....	54
3.1.2. Режим черчения ОТС-ПОЛЯР .....	54
3.1.3. Режим черчения ДИН-ВВОД .....	56
3.1.4. Режим ВЕС .....	57
3.1.5. Режим ШТРИХОВКА .....	57
3.2. Режимы объектной привязки .....	57
3.2.1. Постоянный режим объектной привязки .....	58
3.2.2. Временный режим объектной привязки .....	58
3.3. Средства выбора объектов чертежа .....	60
3.3.1. Основной способ выбора одного объекта .....	60
3.3.2. Основной способ выбора нескольких объектов .....	60
3.3.3. Выбор нескольких объектов «простой» рамкой .....	60
3.3.4. Выбор нескольких объектов «секущей» рамкой .....	61
3.3.5. Исключение объектов из выбранного набора .....	61
3.3.6. Выбор объектов опциями из командной строки .....	61
3.4. Средства управления изображением чертежа .....	61
3.5. Средство копирования свойств объектов .....	63
3.6. Буфер обмена .....	64
3.6.1. Работа с «горячими клавишами» .....	64
3.6.2. Работа с командами из выпадающего меню Правка .....	65
3.7. Перевод выбранного слоя чертежа в состояние активного текущего слоя .....	67
3.8. Задание объектам чертежа независимых параметров .....	68
3.9. Деление примитивов на равные части .....	69
3.10. Линии обрывов и разрывов .....	72
3.10.1. Способ № 1. Использование команды Дуга по 3 точкам .....	72
3.10.2. Способ № 2. Использование команды Сплайн .....	73
3.10.3. Способ № 3. Использование команды Криволинейный разрыв .....	75
3.11. Плоские контуры .....	76
3.11.1. Плоские контуры группы № 1 .....	76
3.11.2. Плоские контуры группы № 2 .....	76
3.11.3. Плоские контуры группы № 3 .....	77
3.11.4. Плоские контуры группы № 4 .....	78
3.11.5. Плоские контуры группы № 5 .....	79
3.12. Использование правой кнопки мыши .....	81

## **Глава 4. Команды и средства для оформления чертежей ..... 83**

4.1. Нанесение и редактирование штриховки .....	83
4.2. Простановка и редактирование размеров .....	88
4.2.1. Простановка размеров на немасштабируемых чертежах .....	89
4.2.2. Простановка размеров на масштабируемых чертежах .....	93
4.2.3. Редактирование размеров .....	95

4.3. Простановка, обозначение и редактирование видов, разрезов и сечений, выносных видов, выносок, линий обрывов и разрывов .....	98
4.3.1. Виды .....	98
4.3.2. Разрезы и сечения .....	98
4.3.3. Выносные виды .....	101
4.3.4. Выноски .....	102
4.4. Простановка и редактирование знаков шероховатости поверхности .....	103
4.4.1. Простановка знаков на поверхностях деталей .....	106
4.4.2. Простановка знаков в правом верхнем углу чертежа .....	108
4.4.3. Редактирование знаков .....	109
4.5. Выполнение и редактирование текстовых надписей .....	110
4.5.2. Выполнение текстовых надписей .....	111
4.5.3. Редактирование текстовых надписей .....	113
4.6. Перечень панелей инструментов ЕСКД .....	113

## **Глава 5. Основы выполнения 2D-чертежей деталей .....**

5.1. Выполнение чертежа детали «Корпус спиннера» .....	115
5.2. Выполнение чертежа детали «Фиксатор» .....	119
5.3. Выполнение проекционного чертежа учебной литой детали .....	121

## **Глава 6. Подготовка и вывод чертежей на печать .....**

6.1. Способы выполнения, компоновки, оформления и вывода чертежей на печать .....	126
6.2. Способ № 1. Компоновка, оформление и вывод чертежа на печать из пространства модели .....	127
6.3. Способ № 2. Компоновка, оформление и вывод чертежа на печать комбинированным способом: пространство модели – пространство листа .....	131

## **Глава 7. Чертежи машиностроительных деталей .....**

7.1. Выполнение чертежа детали «Штуцер» .....	145
7.1.1. Отличительные особенности деталей под названием «Штуцер» .....	145
7.1.2. Выполнение чертежа .....	148
7.1.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	158
7.2. Выполнение чертежа детали «Вал привода» .....	160
7.2.1. Отличительные особенности деталей под названием «Валы приводов» .....	160
7.2.2. Выполнение чертежа .....	162
7.2.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	166
7.3. Выполнение чертежа детали «Колесо зубчатое» .....	168
7.3.1. Отличительные особенности деталей под названием «Колеса зубчатые» .....	168
7.3.2. Выполнение чертежа .....	173
7.3.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	183

## **Глава 8. Чертежи приборостроительных деталей .....**

8.1. Выполнение чертежа детали «Вал регулировочный» .....	185
---	-----

8.1.1. Отличительные особенности деталей под названием «Валы регулировочные» .....	185
8.1.2. Выполнение чертежа .....	187
8.1.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	191
8.2. Выполнение чертежа детали «Кронштейн» .....	193
8.2.1. Отличительные особенности деталей под названием «Кронштейны» ..	193
8.2.2. Выполнение чертежа .....	196
8.2.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	197
8.3. Выполнение чертежа упругой детали «Петля фиксирующая» .....	201
8.3.1. Отличительные особенности упругих деталей .....	201
8.3.2. Выполнение чертежа .....	202
8.3.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	205
8.4. Выполнение чертежа детали «Крышка» .....	207
8.4.1. Отличительные особенности деталей под названием «Крышка» .....	207
8.4.2. Выполнение чертежа .....	210
8.4.3. Оформление чертежа и вывод его на печать .....	214

## **Глава 9. Ленточный интерфейс программы папоCAD Механика .....**

9.1. Общая структура ленточного интерфейса .....	217
9.2. Структура вкладок и групп ленты .....	217
9.3. Вызов исполняющих команд .....	222
9.4. Получение справок по командам .....	222
9.5. Работа с объектами 2D- и 3D-графики при переключении интерфейсов ....	223

## **Часть II. ИНЖЕНЕРНАЯ 2D КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА .....**

### **Глава 10. Автоматизированное проектирование резьбовых соединений деталей .....**

10.1. Виды резьбовых соединений деталей .....	228
10.2. Сборочные чертежи изделий с резьбовыми соединениями деталей .....	230
10.3. Специализированные инструменты и модули для автоматизированного проектирования резьбовых соединений деталей ....	234
10.4. Специализированные инструменты для автоматизированной простановки номеров позиций и заполнения спецификаций .....	239
10.5. Предварительное проектирование резьбовых соединений деталей без выполнения проверочного расчета .....	244
10.6. Редактирование резьбовых соединений деталей, спроектированных без выполнения проверочного расчета .....	250
10.6.1. Пример редактирования длины болтов при заданных толщинах деталей и заданном диаметре метрической резьбы .....	250
10.6.2. Пример редактирования диаметра метрической резьбы при заданных толщинах деталей и заданной длине болтов .....	251
10.7. Проектирование резьбовых соединений деталей с выполнением проверочного расчета .....	252
10.8. Пример автоматизированного проектирования резьбовых соединений деталей на сборочных чертежах изделий .....	255
10.8.1. Проектирование резьбовых соединений .....	255

10.8.2. Простановка номеров позиций и заполнение спецификации .....	261
10.8.3. Выравнивание номеров позиций .....	271

## **Глава 11. Автоматизированное проектирование заклепочных соединений деталей с плоскими поверхностями .....**

11.1. Виды заклепок и технологических операций .....	273
11.2. Сборочные чертежи изделий с заклепочными соединениями деталей .....	275
11.3. Специализированные инструменты для автоматизированного проектирования заклепочных соединений деталей.....	276
11.4. Проектирование соединений деталей без учета материала заклепок и зазоров в отверстиях деталей под заклепки .....	279
11.5. Редактирование соединений деталей с учетом материала заклепок и зазоров в отверстиях деталей под заклепки .....	283
11.6. Пример автоматизированной простановки номеров позиций в заклепочном соединении деталей и заполнение спецификации.....	288

## **Глава 12. Полуавтоматизированное проектирование заклепочных соединений деталей с кривыми поверхностями .....**

12.1. Виды кривых поверхностей и их образование .....	294
12.2. Общий подход к проектированию соединений.....	298

## **Глава 13. Полуавтоматизированное проектирование соединений деталей с цапфами .....**

13.1. Виды цапф и технологических операций.....	303
13.2. Сборочные чертежи изделий с цапфами.....	305
13.3. Общий подход к проектированию соединений.....	310

## **Глава 14. Автоматизированное проектирование фланцевых соединений .....**

14.1. Общие сведения о фланцах и фланцевых соединениях.....	315
14.2. Сборочные чертежи изделий с фланцевыми соединениями.....	318
14.3. Специализированные инструменты и модули для автоматизированного проектирования фланцевых соединений .....	320
14.4. Специализированные инструменты для автоматизированной простановки номеров позиций и заполнения спецификаций .....	327
14.5. Примеры проектирования фланцевых соединений.....	329
14.5.1. Пример № 1. Проектирование участка трубопровода с фланцами, прокладками, трубами, отводами и болтовыми соединениями.....	329
14.5.2. Пример № 2. Проектирование участка трубопровода с фланцами, прокладками, трубами, задвижкой и болтовыми соединениями.....	350

## **Глава 15. Автоматизированное проектирование валов .....**

15.1. Общие сведения о валах в машиностроении.....	362
15.2. Общие сведения о подшипниках и подшипниковых узлах.....	363
15.3. Специализированные модули для автоматизированного расчета зубчатых передач.....	368

15.3.1. Комплексный расчет цилиндрической зубчатой передачи.....	369
15.3.2. Расчеты конических зубчатых передач.....	371
15.3.4. Статический расчет вала .....	373
15.4. Специализированные инструменты для автоматизированного проектирования валов .....	374
15.5. Специализированные инструменты для автоматизированной простановки номеров позиций и заполнения спецификаций .....	381
15.6. Пример проектирования изделия «Узел редуктора».....	382

### **Часть III. ИНЖЕНЕРНАЯ 3D КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА ..... 398**

#### **Глава 16. Базовые средства 3D-моделирования..... 399**

16.1. Задание конфигурации видовых экранов.....	399
16.2. Задание проекционных видов на видовых экранах.....	399
16.3. Задание положения координат на видовых экранах.....	403
16.4. Совместное использование ПСК и объектной привязки .....	405
16.5. Визуализация 3D-моделей на видовых экранах.....	406
16.6. Осмотр 3D-моделей на видовых экранах.....	408
16.7. Дополнительные средства управления видами .....	410
16.8. Две группы команд для 3D-моделирования .....	412
16.8.1. Основные возможности команд группы № 1 для построения 3D-моделей .....	414
16.8.2. Основные возможности команд группы № 2 для построения 3D-моделей .....	417
16.8.3. Основные возможности редактирования 3D-моделей командами группы № 1 .....	424
16.8.4. Основные возможности редактирования 3D-моделей командами группы № 2 .....	426

#### **Глава 17. Построение 3D-моделей деталей на основе команды**

##### **3D Выдавливание ..... 432**

17.1. Способы построения 3D-моделей деталей.....	432
17.2. Примеры использования команды 3D Выдавливание для построения 3D-моделей деталей .....	437
17.2.1. Построение 3D-модели учебной литой детали № 1 .....	437
17.2.2. Построение 3D-модели учебной литой детали № 2 .....	441
17.2.3. Построение 3D-модели детали «Крышка» .....	445
17.2.4. Построение 3D-модели детали «Рычаг» .....	449
17.2.5. Построение 3D-модели учебной литой детали № 3 .....	452
17.2.6. Построение 3D-модели учебной литой детали № 4 .....	454
17.2.7. Построение и вывод на печать 3D-модели детали «Панель калькулятора» .....	455

#### **Глава 18. Построение 3D-моделей деталей на основе команды**

##### **3D Вращение..... 466**

18.1. Особенности команды 3D Вращение.....	466
--	-----



18.2. Примеры использования команды 3D Вращение для построения 3D-моделей деталей .....	467
18.2.1. Построение 3D-модели детали «Изолятор» .....	467
18.2.2. Построение 3D-модели детали «Рукоятка рубильника» .....	469

## **Глава 19. Построение 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий на основе совместного использования команд 3D-моделирования.....**

19.1. Построение 3D-модели детали «Патрубок» .....	473
19.2. Построение 3D-модели изделия «Клапан питательный».....	479

## **Глава 20. Взаимосвязь 3D- и 2D-графики при построении 2D-видов, 2D-разрезов и сечений деталей .....**

20.1. Базовые средства 2D-моделирования .....	483
20.2. Команды 2D Вид, 2D Проекционный вид, 2D Разрез и примеры их использования .....	484
20.2.1. Построение трех основных видов детали с двумя плоскостями симметрии .....	484
20.2.2. Построение полного фронтального и профильного разрезов детали с двумя плоскостями симметрии.....	484
20.2.3. Доработка фронтального и профильного разрезов детали с двумя плоскостями симметрии .....	486
20.3. Команда Секущая плоскость и примеры ее использования .....	489
20.3.1. Построение соединения половины вида с половиной фронтального разреза детали с двумя плоскостями симметрии .....	492
20.3.2. Построение ступенчатого разреза детали с одной плоскостью симметрии .....	494
20.3.3. Построение ломаного разреза детали с одной плоскостью симметрии .....	497
20.3.4. Построение натуральной величины наклонного сечения детали.....	500
20.4. Использование команды Разрез .....	503

## **Глава 21. Современная технология выполнения чертежей «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».....**

21.1. Построение 3D-модели детали «Гайка шестигранная» .....	505
21.2. Выполнение 2D-чертежа детали и вывод его на печать комбинированным способом: пространство модели – пространство листа .....	507
21.2.1. Этап 1. Построение 3D-модели детали в пространстве модели .....	508
21.2.2. Этап 2. Построение 2D-модели детали в пространстве модели .....	508
21.2.3. Этап 3. Доработка 2D-видов детали в пространстве модели .....	509
21.2.4. Этап 4. Масштабирование 2D-видов детали в пространстве модели. Простановка размеров .....	509
21.2.5. Этап 5. Переход в пространство листа .....	510
21.2.6. Этап 6. Продолжение компоновки чертежа детали в пространстве листа. Вызов контекстного меню .....	510
21.2.7. Этап 7. Вызов диалогового окна Диспетчер параметров листов (A4)...	511
21.2.8. Этап 8. Вызов диалогового окна Параметры листа – A4 .....	512



21.2.9. Этап 9. Возврат в диалоговое окно Диспетчер параметров листов (А4) .....	513
21.2.10. Этап 10. Возврат в пространство листа.....	513
21.2.11. Этап 11. Вставка стандартного формата А4 .....	513
21.2.12. Этап 12. Удаление сгенерированного видового экрана .....	515
21.2.13. Этап 13. Вставка нового видового экрана .....	515
21.2.14. Этап 14. Отсечение лишних частей изображения и его компоновка.....	517
20.2.15. Этап 15. Возврат в пространство листа. Отключение и блокировка видового экрана .....	517
21.2.16. Этап 16. Простановка знаков шероховатости поверхности. Заполнение основной надписи .....	519
21.2.17. Этап 17. Вывод чертежа детали на печать.....	519
<b>Заключение .....</b>	<b>523</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>525</b>