

# Содержание

<b>От издательства</b> .....	11
<b>Введение</b> .....	12
<b>Глава 1. Установка и первое знакомство с программой AutoCAD</b> .....	16
AutoCAD 2021 – что нового .....	17
Системные требования.....	18
AutoCAD 2021 для Windows.....	18
AutoCAD 2021 для MAC OS .....	19
Дополнительные требования для больших наборов данных, облаков точек и 3D-моделирования.....	19
Установка программы.....	20
Первый запуск AutoCAD 2021 .....	26
Описание рабочего окна и его зон .....	31
Отдельные элементы интерфейса .....	42
Кнопка системного меню .....	42
Строка меню .....	45
Инструментальные палитры .....	47
Командная строка .....	49
Строка стояния .....	51
Графический курсор .....	53
Пользовательская система координат .....	54
Адаптация рабочей среды .....	55
Получение помощи.....	55
<b>Глава 2. Начало работы с чертежами</b> .....	58
Создание чертежа при запуске AutoCAD .....	58
Создание нового чертежа в процессе работы программы.....	68
Задаем параметры чертежа вручную .....	69
Изменение размера чертежа .....	70
Задаем ручную единицы измерения .....	70
Сохранение шаблона чертежа .....	72
Использование файла шаблона чертежа .....	75
<b>Глава 3. Строим простейшие объекты</b> .....	76
Общие правила создания чертежа.....	79
Общая методика работы в AutoCAD .....	83
Работа с командной строкой .....	83
Мышь в программе AutoCAD.....	87
Координатная плоскость.....	88

Построение прямолинейных фигур .....	89
Вспомогательные прямые .....	94
Построение прямоугольников .....	97
Построение многоугольников .....	97
Построение криволинейных фигур .....	101
Круг .....	101
Дуга .....	106
Эллипс .....	113
Точки .....	116
Удаляем лишнее – команда Стереть .....	117
Отменяем последнее действие. Команды Отменить (_ Undo) и Повторить (_ Redo) .....	118
Изменяем масштаб отображения и перемещаем не помещающийся на экране чертеж .....	119
Сохранение чертежа .....	122
Открытие чертежа, сохраненного ранее .....	124
Поиск файлов чертежа .....	126
<b>Глава 4. Задаем координаты .....</b>	<b>129</b>
Интерактивный метод .....	135
Метод задания абсолютных координат .....	135
Метод относительных прямоугольных координат .....	137
Метод относительных полярных координат .....	138
Метод задания направления и расстояния .....	142
Отображение координат .....	142
Координатная сетка .....	145
Привязка графического курсора к точкам на объектах .....	147
Шаговая привязка .....	147
Режим привязки к полярным углам .....	147
Объектная привязка .....	149
<b>Глава 5. Строим сложные объекты .....</b>	<b>159</b>
Построение и использование полилиний .....	161
Построение линейных участков полилинии .....	161
Построение дуги как сегмента полилинии .....	163
Построение и использование гладких кривых (сплайнов) .....	168
Построение и использование мультилиний .....	174
Создание стиля мультилинии .....	175
Сопряжение мультилиний .....	186
Создание контуров и областей .....	187
Эскизное рисование .....	190
<b>Глава 6. Редактирование и изменение объектов на чертеже .....</b>	<b>192</b>
Выделение объектов .....	193
Выделение одного или нескольких объектов с помощью графического курсора .....	194

Выделение методом Рамка и Секущая рамка.....	196
Исключение из группы выделенных объектов.....	200
Выделение объектов с помощью команд редактирования .....	201
Изменение размера прицела графического курсора.....	201
Перемещение объектов на чертеже.....	203
Команда Перенести.....	203
Метод Выделить – перенести .....	206
Перенос объектов с помощью буфера обмена операционной системы.....	207
Копирование объектов .....	208
Метод Выделить – перетащить .....	209
Копирование объектов через буфер обмена .....	209
Команда Копировать .....	209
Поворот объектов .....	210
Создание массивов.....	212
Построение прямоугольного массива.....	215
Построение кругового массива .....	217
Построение массива по траектории.....	221
Создание фасок.....	224
Построение плавного сопряжения .....	228
Соединение кривых .....	231
Зеркальное отражение объекта .....	232
Изменение размера объекта на чертеже .....	236
Преобразование объектов.....	239
Обрезка объектов .....	239
Удлинение объектов .....	244
Увеличение длины отрезков и дуг .....	244
Растягивание или сжатие объектов.....	246
Разрыв объектов.....	249
Выравнивание объектов.....	250
Редактирование объектов с помощью «ручек».....	255
Растягивание объектов с помощью ручек.....	256
Перемещение объектов с помощью ручек.....	263
Поворот объектов с помощью ручек .....	264
Масштабирование с помощью ручек.....	265
Зеркальное отражение с помощью ручек.....	265
Команда Подобие .....	266
Примеры создания чертежей – самостоятельная практика .....	268
Создание основного штампа и рамок форматов А4 и А3 .....	268
Практические задания – пример 1 .....	275
Практические задания – пример 2 .....	284
Задание для самостоятельной работы .....	292

<b>Глава 7. Свойства объектов на чертеже: слой, цвет, прозрачность, тип и толщина линии.....</b>	<b>297</b>
Свойства линии: тип, вес, цвет.....	297
Вес линии.....	298

Цвет линии .....	302
Тип линии.....	308
Слой – свойства и параметры.....	313
Создание слоев, настройка параметров слоев.....	315
Создаем новый слой .....	317
Практика и примеры использования слоев .....	323
Перенос объектов со слоя на слой .....	329
Копирование свойств .....	329
Удаление слоя .....	330
<b>Глава 8. Штриховка, заливка градиентом.....</b>	<b>331</b>
Создание сечений и разрезов и нанесение штриховки.....	335
Вид и параметры штриховки .....	337
Дополнительные параметры штриховки .....	342
Редактирование штриховки .....	343
Градиентная заливка .....	345
<b>Глава 9. Размеры, размерные стили, нанесение размеров.....</b>	<b>348</b>
Виды размеров.....	350
Правила нанесения размеров на чертеже .....	352
Создание размерного стиля в соответствии с ЕСКД.....	354
Задаем внешний вид размерных и выносных линий, стрелок и маркера центра .....	356
Задаем внешний вид размерной надписи .....	360
Задаем правила размещения размерных линий в стесненных условиях.....	363
Задаем формат основных единиц измерения.....	364
Задаем формат альтернативных единиц измерения .....	366
Задаем параметры отображения допусков .....	367
Удаление размерного стиля.....	369
Нанесение размеров .....	370
Нанесение линейных размеров .....	370
Параллельные размеры.....	374
Ординатные размеры .....	375
Нанесение размеров окружностей и дуг, обозначение центров окружностей и дуг .....	376
Угловые размеры.....	378
Создание размерной цепи.....	379
Создание базового размера .....	379
Построение выносок, задание и изменение внешнего вида выноски .....	380
Нанесение на чертеж допусков и расположений .....	384
Редактирование размеров.....	386
<b>Глава 10. Параметрическое проектирование.....</b>	<b>390</b>
Создание геометрических зависимостей .....	391
Автоматическое создание геометрических зависимостей .....	396

Включение и отключение индикации созданных геометрических зависимостей .....	397
Наложение размерных зависимостей .....	398
Включение и отключение индикации созданных размерных зависимостей .....	402
Удаление геометрических и размерных зависимостей .....	403
<b>Глава 11. Текст и таблицы в чертежах AutoCAD .....</b>	<b>404</b>
Однорочный текст .....	404
Перенос текста в новое место чертежа .....	407
Создание нескольких однорочных надписей.....	408
Редактирование однорочного текста .....	409
Выравнивание текста .....	411
Масштабирование текста.....	413
Текстовый стиль, изменение начертания шрифта, выравнивание текста .....	414
Создание нового текстового стиля в соответствии с ГОСТом .....	415
Многострочный текст .....	417
Редактирование многострочного текста .....	422
Импорт текста из других текстовых файлов .....	422
Таблицы в чертежах .....	424
Вставляем таблицу в чертеж.....	425
Редактирование содержимого ячеек таблиц .....	429
Формулы в таблицах .....	435
Стили таблиц.....	436
<b>Глава 12. Вставляем блоки и фотографии в чертеж .....</b>	<b>442</b>
Что такое блоки.....	442
Создание блоков .....	443
Сохранение блока в виде файла .....	445
Примеры создания, сохранения и использования блоков.....	447
Вставка растровых изображений.....	456
Редактирование растровых изображений.....	462
<b>Глава 13. Трехмерные построения в AutoCAD .....</b>	<b>466</b>
Введение и изометрическое черчение: общая информация.....	467
Установка изометрического режима и выбор рабочего пространства для трехмерного моделирования.....	475
Ввод трехмерных координат и построение простой трехмерной модели.....	479
Выбор типовых направлений для просмотра трехмерной модели.....	482
Режим 3D Orbit и поворот модели вручную.....	483
Видовой куб.....	485
Суперштурвал .....	486
Трехмерные виды.....	488
Каркасные трехмерные модели .....	490

Построение стандартных моделей .....	490
Параллелепипед и куб .....	490
Пирамида .....	492
Клин.....	493
Цилиндр.....	494
Конус .....	494
Сфера.....	496
Тор .....	497
Редактирование свойств трехмерной модели .....	498
Действия над трехмерными моделями .....	501
Перемещение.....	501
Поворот.....	503
Объединение, вычитание или пересечение моделей.....	504
Способы отображения трехмерных моделей .....	509
Построение сложных трехмерных поверхностей.....	513
Многогранная трехмерная поверхность .....	513
Редактирование положения точек многогранной многомерной поверхности .....	516
Сетчатая поверхность.....	517
Создание 3D-моделей на основе двумерных построений .....	519
Выдавливание.....	519
Лофт.....	520
Построение тел вращения.....	526
Сдвиг .....	528
Взаимодействие поверхностей .....	533
Переход.....	535
Замыкание.....	538
Сопряжение.....	539
Обрезка поверхности.....	542
Разрезы и сечения .....	549
Разрезы .....	549
Построение сечений .....	552
Визуализация трехмерных моделей.....	557
Выбор материала для модели.....	557
Выбор и установка источников освещения.....	564

## **Глава 14. Преобразование двумерных чертежей**

<b>в 3D-модели.....</b>	<b>568</b>
Инструменты для построения трехмерных объектов на основе двумерного чертежа.....	568
Инструмент Выдавить (Extrude) .....	569
Инструмент Вытянуть (Presspull).....	571
Инструмент Политело (Polysolid).....	571
Пример 1. Построение простой трехмерной модели на основе двумерного чертежа.....	573
Пример 2. Построение более сложной трехмерной модели на основе двумерного чертежа.....	578

Пример 3. Построение трехмерной модели на основе двумерного чертежа с выборкой в нижней части детали .....	587
Пример 4. Построение сложной трехмерной модели корпуса на основе двумерного чертежа.....	591
Модель крышки корпуса и макет датчика.....	606
Выполняем сборку изделия .....	609
<b>Глава 15. Преобразование 3D-модели в 2D-чертеж.....</b>	<b>615</b>
<b>Глава 16. Размеры и текст в трехмерном пространстве 3D-модели .....</b>	<b>627</b>
Обозначение размеров в пространстве 3D.....	627
Текст в трехмерном пространстве .....	637
<b>Глава 17. Расчеты в программе AutoCAD.....</b>	<b>641</b>
Группа элементов управления Утилиты ленты Главная .....	641
Инструмент Быстрое.....	643
Инструмент Расстояние .....	644
Инструмент Радиус .....	646
Инструмент Угол.....	646
Инструмент Площадь .....	648
Инструмент Объем.....	652
Команда MAC-XAP (_MASSPROP) .....	656
Использование калькулятора .....	659
<b>Глава 18. Создание подшивок чертежей.....</b>	<b>663</b>
Подготовка набора чертежей.....	663
Мастер создания подшивок чертежей.....	665
Диспетчер подшивок .....	668
Открытие подшивки чертежей.....	669
<b>Глава 19. Печать чертежа .....</b>	<b>670</b>
Рабочие пространства печати Модель и Лист .....	670
Подготовка чертежа к печати .....	673
Выбор и подготовка печатающего устройства .....	674
Выбираем объект для печати .....	680
Настройка параметров бумажного листа .....	681
Предварительный просмотр чертежа .....	683
Печать большого чертежа на нескольких листах.....	684
<b>Глава 20. Перечень основных команд, используемых в программе AutoCAD 2021 .....</b>	<b>687</b>
<b>Предметный указатель.....</b>	<b>703</b>

# Введение

Нас всех в этой жизни окружают искусственно созданные вещи – начиная от предметов повседневного быта и детских игрушек и заканчивая такими сложными изделиями, как телевизор, компьютер или автомобиль. Мы живем в искусственно созданных жилищах, пользуемся общественным транспортом, начиная от автобуса и заканчивая кораблем и самолетом. То есть и обычная ложка, и одежда, и Большой адронный коллайдер – это все искусственно созданные изделия различной сложности. Транспорт передвигается по созданным человеком автомобильным дорогам или железнодорожным путям. Даже оказавшись в глухом лесу, мы не расстанемся с плодами человеческого труда – одеждой. Все эти изделия – и ложка, и детская игрушка, и мебель или бытовая техника, одежда и дом, в котором мы живем, автомобиль, которым пользуемся, поезд, самолет или космический корабль, дороги и мосты – все проходит стадию проектирования. При проектировании каждой детали изделия необходимо создать отдельный чертеж. А для изделия, состоящего как минимум из двух деталей, создается еще и сборочный или компоновочный чертеж. После созданная таким образом техническая документация поступает в цеха фабрик, заводов или на стройки, где рабочие согласно данным чертежам изготавливают спроектированное изделие, возводят дом, дорогу, мост и т. д. Но, как уже говорилось выше, начальная стадия изготовления или строительства – это проектирование изделия, здания, дороги и создание чертежей. Чтобы чертеж был понятен другому инженеру или рабочему, применяются общие принципы создания технической документации. А занимаются проектированием инженеры, дизайнеры или архитекторы.

Если обратиться к истории, можно узнать, что рисунок стал средством общения людей задолго до изобретения письменности. В эти древние времена вся информация – будь то донесения о боевых походах или любовные письма – передавалась с помощью рисунков – образов. При этом все предметы обозначались понятными для всех контурами. Так появились иероглифы, представляющие собой не только образ обозначаемого понятия, но и, во многих случаях, контурные изображения предметов. А иероглифы дали начало как письменности, так и черчению. Правда, современная письменность основана на фонетическом принципе, когда буква соответствует произносимому звуку, а иероглиф содержит в себе образ предмета, ситуации и т. д. Но это другая тема.

В черчении используется принцип контурного изображения предметов, и первые чертежи можно встретить еще в наскальных рисунках. Так, например, древние рисовали карты местности, контурами обозначая протекающие реки, разлившиеся озера и прочие детали ландшафта. Конечно, эти карты были неточными, но на местности с их помощью сориентироваться можно было.

Чудом сохранился чертеж знаменитой Вавилонской башни, выполненный на камне (рис. В.1). Это, наверное, один из первых архитектурных чертежей в истории человека.

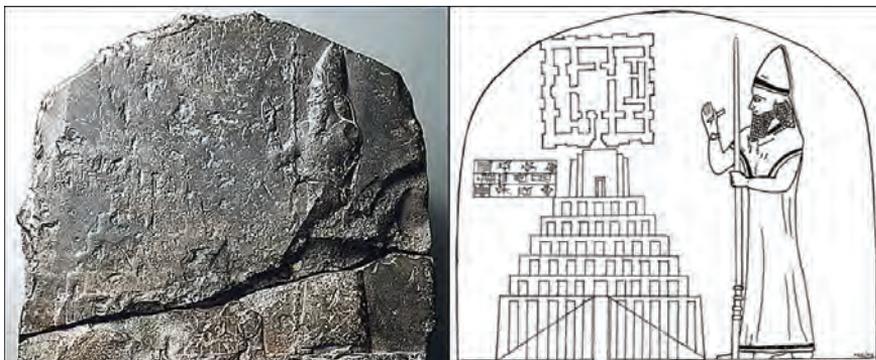


Рис. В.1 ❖ Найденный чертёж Вавилонской башни

По мере развития человечества изобретаются новые способы хранения информации. Письма, рисунки и чертежи сначала делались на коре деревьев, в частности на бересте, а позже и на бумаге. Также совершенствовались как сами методы создания чертежей, так и инструменты, с помощью которых этот чертёж выполнялся. Изделия становились все сложнее, и требовалось выработать общие правила создания такого рода документации. При этом развивались как методы и правила создания изображений, так и абстрактные понятия: на чертежах необходимо показывать не только видимые части предмета, но и скрытые под поверхностью подробности детали.

Так, в эпоху Возрождения были открыты законы перспективы и заложены практические основы графического отображения технической информации. Леонардо да Винчи разрабатывал свои проекты летательных аппаратов, метательных машин с помощью техники *конической перспективы* (рис. В.2).

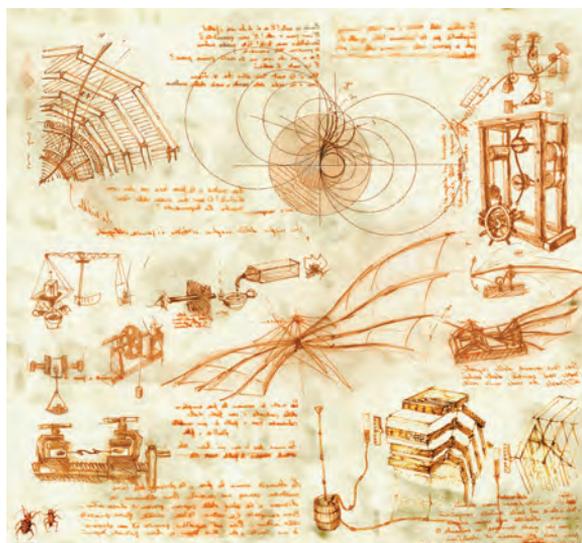


Рис. В.2 ❖ Чертежи Леонардо да Винчи

Этой техникой изображения технических устройств или сооружений пользовались долгое время, несмотря на все присущие ей недостатки. Так, например, чертежи знаменитого Софиевского собора в Киеве (XI век), Новгородских и Московских храмов были выполнены с помощью техники конической перспективы.

Развитие техники рисования на Руси шло самобытным путем. Так, рисунок сооружения или города представлял собой вид с высоты птичьего полета. Похожим способом выполняются сейчас географические карты. На миниатюрах XIV–XV веков можно увидеть изображения, выполненные в аксонометрическом стиле. В то же время в России уже существовали графические способы, с помощью которых можно было изобразить предмет, машину или архитектурное сооружение с нескольких сторон, что давало более полное представление об объекте. Но изображения не были связаны между собой с помощью проекции, и пользоваться такими рисунками было тяжело.

Со временем на подобных рисунках появились выносные линии с размерами и масштабом. И примитивный графический рисунок превратился в чертеж.

Со времен Петра I чертежи начали выполняться методом прямоугольных проекций. С помощью этого метода выполнялись чертежи не только русскими чертежниками, но и самим царем. В это же время черчение начали преподавать во всех технических учебных заведениях России.

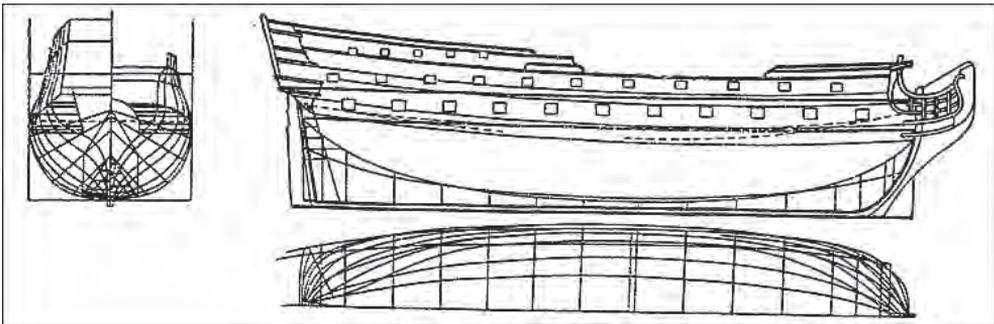


Рис. В.3 ❖ Чертеж ботика Петра I

Так, с течением времени техника чертежа совершенствовалась и постепенно преобразовалась в современный чертеж. Чертеж показывает устройство и состав изделия, содержит все необходимые для изготовления деталей, сборки, эксплуатации и ремонта изделия данные. Пакет технической документации состоит из разнообразных чертежей: сборочные и компоновочные чертежи не только всего изделия, но и всех его узлов, чертежи каждой детали, входящей в каждый узел, развертки, сечения, электрические схемы, схемы подключений и т. д.



**Рис. В.4** ❖ Современные механические чертежные кульманы и электронный чертежный кульман

Конечно, развивалась не только техника черчения, но и инструменты, которыми выполнялся сам чертеж. Сначала это была чертежная доска, линейки, транспортиры, лекала, циркули и прочее. Далее чертежная доска была доработана, и получился механический чертежный кульман. С развитием компьютерной техники вместо чертежных досок стали использовать компьютер. Вернее, установленную на компьютере специализированную программу. При этом сам чертеж отображается на экране компьютера, а распечатывается с помощью печатающих устройств – принтеров или плоттеров. А цифровой кульман позволяет реализовать все достоинства механического кульмана и компьютерной программы для создания чертежей.

Но все эти инструменты только помогают инженеру в создании чертежа, но не заменяют человека. Ведущая роль все равно остается за человеком, а компьютерная программа лишь облегчает создание документа.

# Глава 1

## Установка и первое знакомство с программой AutoCAD

**AutoCAD 2021** – это система автоматического проектирования САПР. Данная система предназначена для облегчения и автоматизации процесса разработки изделия. Благодаря этой системе время создания технической документации сокращается в несколько раз. Кроме того, в результате использования системы автоматического проектирования улучшается качество как технической документации, так и самого разрабатываемого изделия.

История программы **AutoCAD** начинается с 1982 года, когда программист Джон Уолкер (John Walker) организовал фирму **Desktop Solutions**, состоящую из нескольких программистов. А первая программа, которая была создана на фирме **Desktop Solutions**, называлась **MicroCAD**. По классификации систем автоматического проектирования САПР класс **CAD** (Computer Aided Design, или компьютерное проектирование) – это общепринятое международное обозначение систем для разработки моделей объектов и подготовки конструкторской документации.

26 апреля 1982 года фирма была переименована и получила название **Autodesk Ins.**

**AutoCAD** первоначально выпускалась в двух версиях: **AutoCAD-80** (для работы на базе CP/M-80) и **AutoCAD-86** (для IBM 8086). Последняя программа с помощью 42 команд могла работать с 1 графическими примитивами.

Программа **AutoCAD v 1.2 (R2)**, созданная в 1983 году, позволяла проставлять размеры на чертежах.

Возможность трехмерного моделирования появилась в версии **AutoCAD v 1.2 (R11)**, вышедшей в 1990 году. Все эти версии программы работали под управлением системы **MS DOS**. Начиная с версии **AutoCAD (R14)** программа работает под управлением операционной системы **Windows**.

Наиболее существенные изменения были внесены в программу в 2006 году. Это возможность выбора одного из вариантов интерфейса *Классический* или *Трехмерное моделирование*, объединенная панель инструментов для создания 3D-объектов и возможность создания анимации.

## AutoCAD 2021 – что нового

Новая версия программы **AutoCAD 2021** получила инструменты, позволяющие ускорить разработку технической документации. При проектировании можно использовать модели, выполненные в таких приложениях, как **Autodesk Inventor**, **Solidworks**, **CATIA**, **NX**, **Rhino** и т. д.

В версию **AutoCAD 2021**, по сравнению с версией программы **AutoCAD 2020**, внесено несколько важных изменений.

- Первое, и очень важное изменение, появившееся еще в версии **AutoCAD 2020**, заключается в том, что начиная с этой версии разработчики данной системы автоматического проектирования полностью отказались от версии программы для 32-разрядных операционных систем.
- Пометочные облака: теперь это отдельный элемент. Все их настройки можно производить через панель свойств.
- Журнал чертежа: при работе с чертежом вы можете сравнивать его текущее состояние с предыдущим и увидеть, какие изменения были внесены при редактировании этого документа. Изменения будут обведены пометочными облаками.
- Сравнение чертежей: если подгружен чертеж по внешней ссылке и в этот чертеж внесены изменения, достаточно ссылку на чертеж обновить с помощью диспетчера внешних ссылок, и все внесенные изменения выделятся пометочными облаками.
- Палитра блоков (улучшено): благодаря улучшенной палитре блоков, используя **Autodesk Account** и одно из облачных хранилищ **DropBox**, **Onedrive** или **Box**, теперь можно получить доступ к актуальным библиотекам блоков. Хранилища будут поддерживаться в актуальном состоянии при работе с любых устройств.
- Команды **Обрезать** (`_Trim`) и **Удлинить** (`_Extend`): теперь не обязательно выбирать элемент для границы обрезки или удлинения. Достаточно выбрать обрезаемую или удлиняемую часть линии, и граница будет выбрана автоматически.
- Команда разрыва в точке: с помощью новой команды **РАЗОРВАТЬ-ВТОЧКЕ** (`BREAKATPOINT`) теперь, нажимая клавишу **Enter**, можно повторно использовать инструмент **Разорвать в точке** (`Break at Point`) группы инструментов **Редактирование** (`Modify`) ленты **Главная** (`Home`). Команда в заданной точке может разделять дугу или разомкнутую полилинию.
- Измерение площадей и расстояний: с помощью команды **ИЗМЕРИТЬ-ГЕОМ** (`_MEASUREGEOM`) теперь можно рассчитать площадь и периметр ограниченного геометрией пространства. Если нажать клавишу **Shift** и, удерживая ее нажатой, выделить несколько пространств, можно рассчитать суммарную площадь и периметр этих объектов.
- Повышение производительности системы за счет улучшения производительности графики как в 2D-, так и в 3D-режиме.
- Использование различных платформ при разработке в **Microsoft Visual Studio Code**.

- Поддержка Юникода.
- Теперь в операционных системах **Windows** и **MAC** поддерживается язык DCL.
- Приложение поддерживает работу нескольких процессоров.

## СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Программа **AutoCAD 2021** рассчитана для работы на компьютере с 64-разрядной операционной системой **Windows 7, 8** или **10** или **MAC OS**.

### AutoCAD 2021 для Windows

- Операционная система: **Windows® 7 sp1** и обновление **KB4019990** (64-битная версия), **Windows® 8** (64-битная) версия или **Windows® 10** (64-битная версия).
- Процессор: базовые требования – процессор с тактовой частотой от **2,5–2,9 ГГц**. Рекомендуется процессор с тактовой частотой **3 ГГц** и выше. Обратите внимание: приложение поддерживает работу нескольких процессоров.
- Оперативная память: базовые требования – **8 ГБ**. Рекомендуется **16 ГБ**.
- Разрешение экрана: стандартный монитор **1920×1080** с полной поддержкой **True Color**; мониторы с высоким разрешением, включая **4K** и разрешением до **3840×2160**, поддерживаемые 64-разрядной версией ОС **Windows 10** (с соответствующим видеоадаптером).
- Видеоадаптер: базовые требования – графический процессор с объемом видеопамати **1 ГБ** и пропускной способностью **29 Гбит/с**, совместимый с **DirectX 11**. Рекомендуется: графический процессор с объемом видеопамати **4 ГБ** и пропускной способностью **106 Гбит/с**, совместимый с **DirectX 11**.
- Место на жестком диске – **7 ГБ** для установки.
- Сеть при развертывании системы на производстве: развертывание производится с помощью мастера развертывания. На сервере лицензий и на всех рабочих станциях, на которых будет работать приложение, используется протокол **TCP/IP**. Допустимо использовать стек протоколов **TCP/IP** как от **Microsoft®**, так и от **Novell**. На рабочих станциях могут использоваться основные реквизиты входа **Netware** или **Windows**. Кроме операционных систем, поддерживаемых приложением, сервер лицензий также может работать под управлением **Windows Server® 2012 R2**, **Windows Server 2016**, **Windows Server 2019**.
- Мышь: совместимые с MS-мышью.
- Браузер для веб-приложения **AutoCAD**: **Google Chrome** для веб-приложения **AutoCAD LT**.
- .NET Framework: **NET Framework 4.8** или более поздней версии.

- Использование **DirectX11** рекомендовано поддерживаемыми операционными системами.

## AutoCAD 2021 для MAC OS

- Операционная система: **Apple® macOS® Big Sur 11** (требуется Update 2021.1) **Apple® macOS® Catalina 10.15** (требуется обновление 2020.1 Update); **Apple macOS Mojave 10.14**; **Apple macOS High Sierra 10.13**.
- Модель: **Apple Mac Pro® 4.1** или более поздней версии; **MacBook Pro® 5.1** или более поздней версии; **iMac® 8.1** или более поздней версии; **Mac mini® 3.1** или более поздней версии; **MacBook Air®** или более поздней версии; **MacBook® 5.1** или более поздней версии. Рекомендуются модели **Apple Mac®** с поддержкой **Metal Graphics Engine**. Модели **Apple Mac** с чипом серии **M** не поддерживаются в режиме **Rosetta 2**.
- Процессор: 64-разрядный процессор **Intel** (рекомендуется **Intel Core I7** или более новая модель).
- Оперативная память – **4 ГБ** (рекомендуется **8 ГБ**).
- Разрешение экрана: монитор с разрешением **1280×800** и поддержкой полноцветного режима **True Color** (рекомендуется дисплей **Retina** с разрешением **2880×1800**).
- Место на жестком диске: **3 ГБ** свободного места для загрузки и установки.
- Манипулятор: мышь, совместимая с **Apple**, трекпад, совместимый с **Apple**, либо мышь, совместимая с **Microsoft**.
- Видеоадаптер: рекомендуются встроенные видеокарты Mac.
- Формат диска: APFS, APFS (зашифрованный), Mac OS Extended (журналируемый, зашифрованный).
- Браузер для веб-приложения AutoCAD: **Google Chrome** для веб-приложения **AutoCAD LT**.
- Язык интерфейса – любой из поддерживаемых **MAX OS X** языков интерфейса.

## Дополнительные требования для больших наборов данных, облаков точек и 3D-моделирования

- Память: не менее **8 ГБ** оперативной памяти.
- Место на жестком диске: дополнительно, не считая места для установки и развертывания **6 ГБ** на жестком диске.
- Видеоадаптер: видеоадаптер класса рабочих станций с памятью не менее **128 МБ**, поддерживающий экранное разрешение не менее **1920×1080**, с поддержкой полноцветного режима **True Color**, **Pixel Shader 3.0** или более поздней версии и **Direct3D®**.

## УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ

Программа устанавливается очень просто и может быть установлена как с DVD-диска или FLASH-накопителя, так и с Интернета. В случае установки программы с Интернета рекомендуется установочные файлы скачать и сохранить на жестком диске, после чего произвести установку. Установочный файл, скачанный из Интернета, – это **iso**-файл, представляющий собой образ диска. В этом случае для установки программы потребуется виртуальный DVD-привод, устанавливаемый с помощью таких программ, как, например, **DAEMON Tools**, **Alcogol 120%** или **UltraISO**. После установки виртуального DVD-привода образ диска следует смонтировать в этот виртуальный привод, после чего произвести установку.

Если установка автоматически не началась, дважды щелкните мышью на значке установочного диска и дважды щелкните мышью на файле **Setup.exe**. Начнется установка компонентов программы, и вы увидите первое окно инициализации настройки (рис. 1.1).

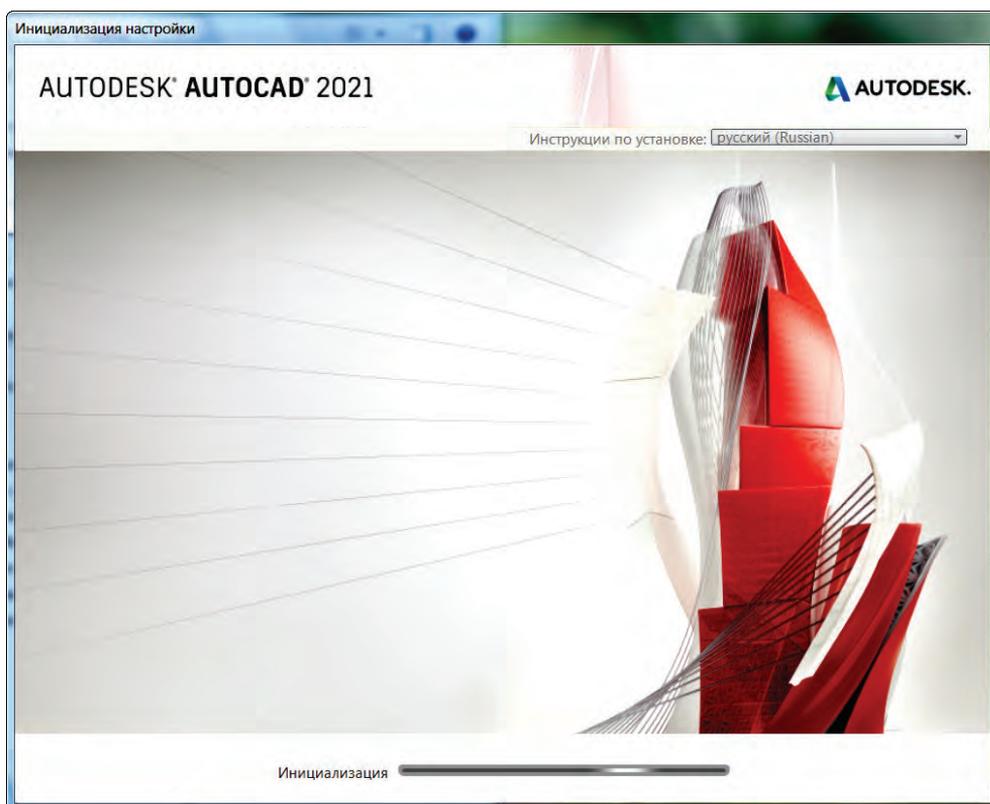


Рис. 1.1 ❖ Первое окно установки программы AutoCAD 2021

После копирования необходимых для установки файлов появится диалоговое окно выбора типа установки (рис. 1.2). По умолчанию язык интерфейса программы и инструкций по установке будет определяться текущим языком операционной системы. При желании язык, на котором будут выводиться инструкции по установке, можно изменить. Для этого следует открыть открывающийся список **Инструкции по установке** (Installation instructions), из которого и выбирается желаемый язык.

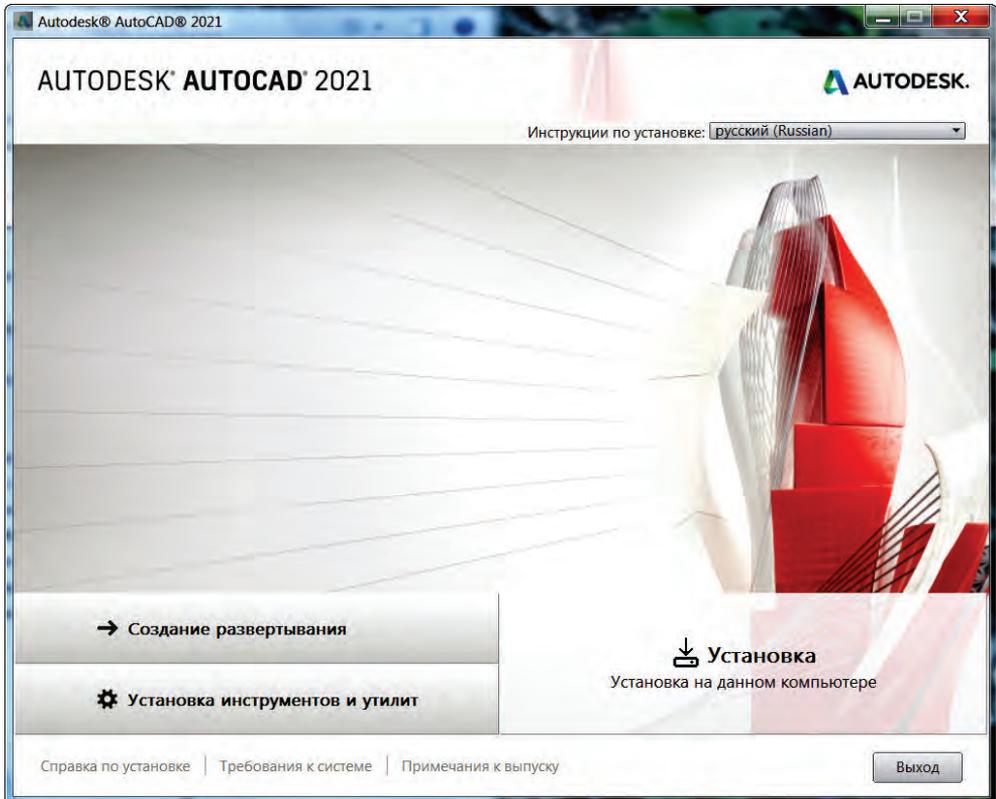


Рис. 1.2 ❖ Диалоговое окно выбора типа установки

1. Чтобы начать установку, нажмите кнопку **Установка** (Install). Установка продолжится, и на экране появится лицензионное соглашение (рис. 1.3). Ознакомившись с этим договором, установите расположенный в правом нижнем углу переключатель в положение **Я принимаю** (I Accept) и нажмите кнопку **Далее** (Next). Появится следующее диалоговое окно **Настройка установки** (Configure Installation) (рис. 1.4), где выбираются, какие приложения следует установить, и путь, по которому программа будет установлена.

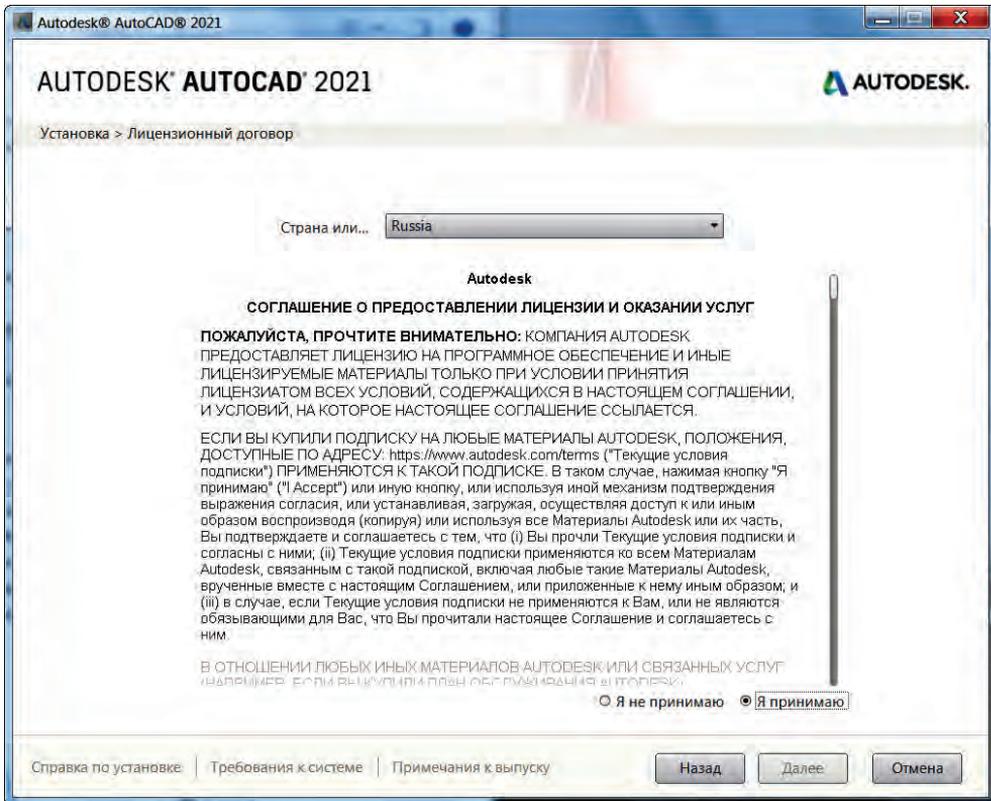


Рис. 1.3 ❖ Лицензионное оглашение программы AutoCAD 2021

Обратите внимание: если требования к операционной системе не будут удовлетворены, на экране появится предупреждение о несоответствии операционной системы с предложением, как это несоответствие устранить.

В какую папку устанавливается программа, показано в поле ввода **Путь установки** (Installation path), расположенном в левом нижнем углу диалогового окна. По умолчанию программа будет установлена в папку **C:\Program Files\Autodesk**. Чтобы выбрать иной путь установки, нажмите кнопку **Обзор** (Browse) и выберите папку, в которую требуется установить программу. Но без особых на то причин путь установки программы менять не следует.

Правее поля ввода **Путь установки** (Installation path) и кнопки **Обзор** (Browse) вы увидите информацию о том, сколько места требуется на диске для установки **AutoCAD** и сколько места на диске свободно.

В правом верхнем углу окна **Настройка установки** (Configure Installation) находится открывающийся список **Язык программы** (Program Language), из которого выбирается желаемый язык интерфейса программы и команд. По умолчанию предлагается язык операционной системы.



Рис. 1.4 ❖ Диалоговое окно **Настройка установки** (Configure Installation)

2. Выберите, при необходимости, требуемые компоненты и путь для установки программы и нажмите кнопку **Установить** (Install). На экране появится диалоговое окно **Выполняется установка** (Installation Progress), и начнется процесс установки программы (рис. 1.5).

Общий ход установки программы отображается на нижнем горизонтальном индикаторе **Выполнено** (Overall progress), а название устанавливаемого в данный момент компонента вы увидите в верхней части диалогового окна, расположенного над демонстрационным экраном с красивыми картинками. Справа от названия устанавливаемого компонента находится горизонтальный индикатор **Установка** (Install), отображающий ход установки данного программного продукта. Так как процесс установки занимает некоторое время, на демонстрационном экране будет показан целый ряд картинок, на которых вы увидите, какие трехмерные фигуры можно создавать в этой программе. По завершении установки появится диалоговое окно **Установка завершена** (Installation Complete) (рис. 1.6), в котором будет показан список установленных приложений.



Рис. 1.5 ❖ Диалоговое окно **Выполняется установка** (Installation Progress)

3. Нажмите кнопку **Готово** (Finish). Программа установлена. Теперь **AutoCAD 2021** осталось активировать.
4. Закройте диалог **Сбор и использование данных** (*Collection and use of data*), нажав кнопку **ОК**. Диалоговое окно закроется. Теперь программа установлена, и после активации можно начинать работу.

Так как программа еще не активирована, при первом запуске ее на экране появится окно **Начнем** (Start) (рис. 1.7).

В этом диалоговом окне можно выбрать режим использования программы (один пользователь или много пользователей), ввести серийный номер и активировать программу. Чтобы ввести серийный номер и активировать программу, щелкните мышью на строке **введите серийный номер** (enter the serial number). На экране появится диалоговое окно активации, в котором необходимо ввести серийный номер и активировать программу.

Обратите внимание, в течение 30 дней вы можете использовать программу без активации, в ознакомительном режиме.

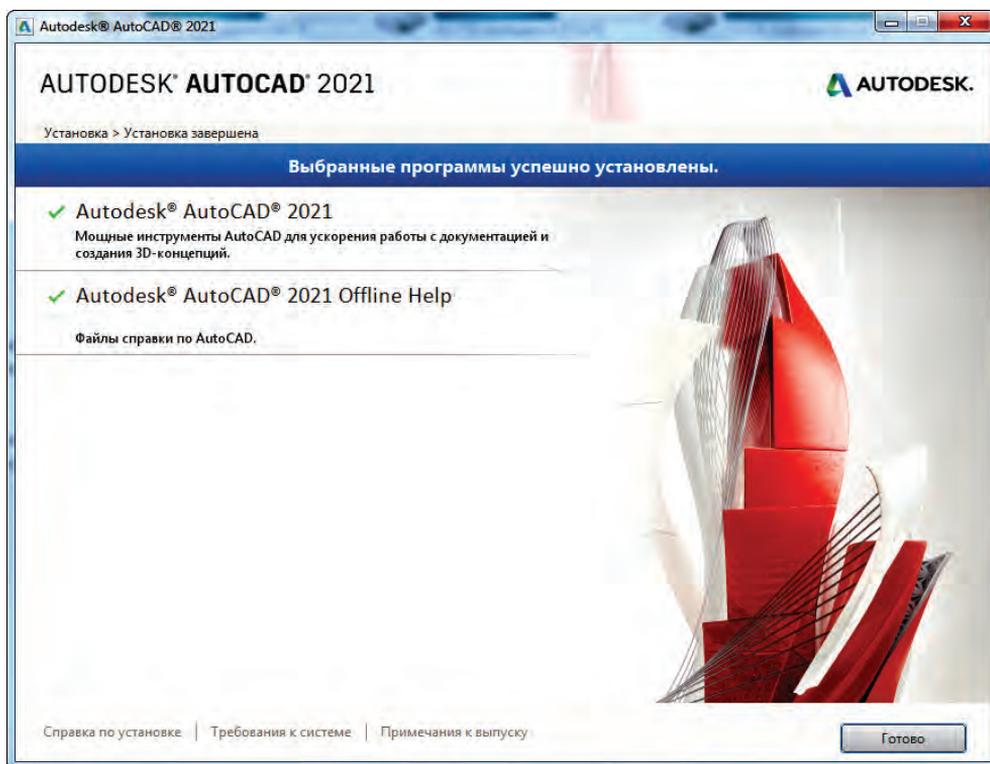


Рис. 1.6 ❖ Диалоговое окно **Установка завершена** (Installation Complete)

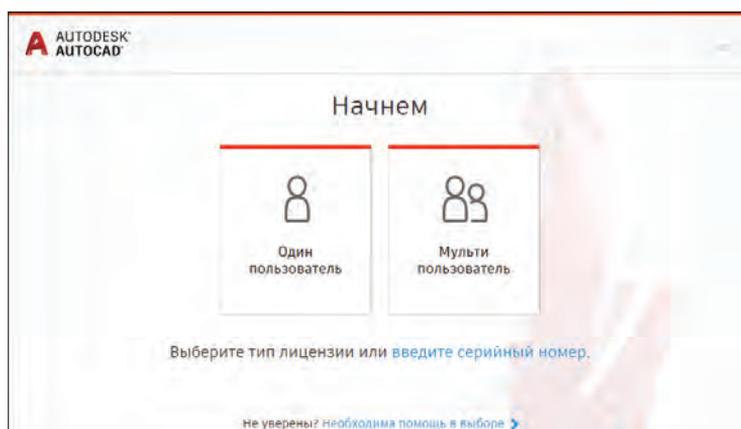


Рис. 1.7 ❖ Диалоговое окно **Начнем** (Start)

## Первый запуск AutoCAD 2021

При установке программы **AutoCAD 2021** по умолчанию на **Рабочем столе** (Desktop) появится ярлык  **AutoCAD 2021**, с помощью которого и запускается программа **AutoCAD 2021**. Для запуска программы достаточно дважды щелкнуть мышью на ярлыке.

Запустить программу можно и с основного меню операционной системы.

1. Нажмите кнопку **Пуск** (Start) и выберите **Все программы** (All Programs) ⇒ **Autodesk** ⇒ **AutoCAD 2021** ⇒ **AutoCAD 2021**. Начнется запуск программы, на экране появится рабочее окно программы, и вы увидите вкладку **Начало** (Start) (рис. 1.8).

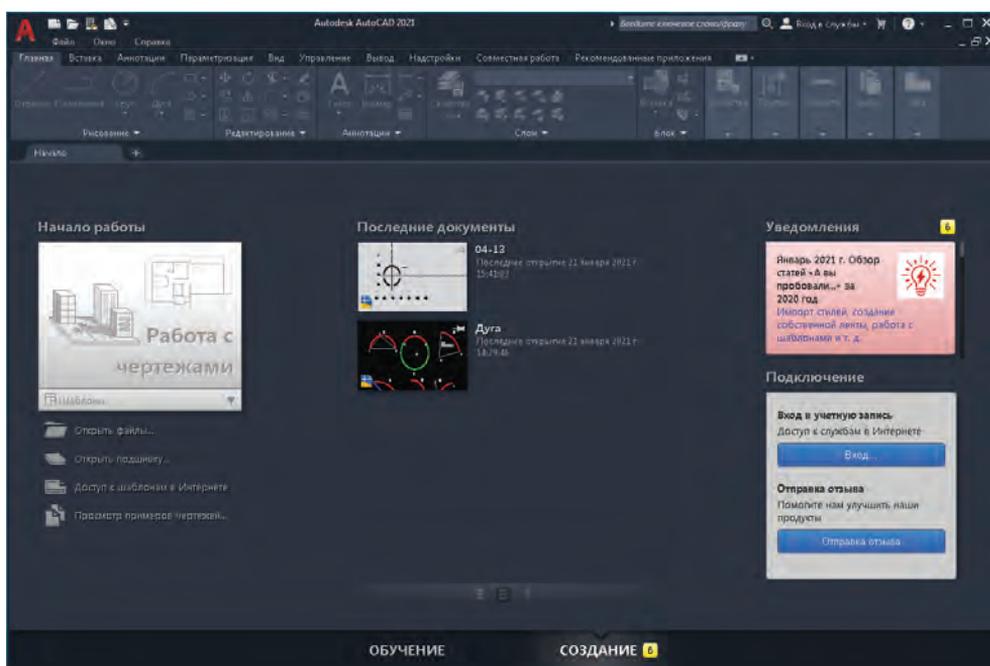


Рис. 1.8 ❖ Вкладка **Начало** (Start) программы **AutoCAD 2021**

Вкладка **Начало** (Start) состоит из трех разделов: **Начало работы** (Get started), **Последние документы** (Recent document) и **Уведомления** (Notifications).

Выбрать шаблон, открыть файлы или подшивку, открыть шаблон из Интернета или посмотреть примеры чертежей вы сможете в разделе **Начало работы** (Get Started). Открыть ранее редактируемый документ позволит раздел **Последние документы** (Recent document). Ну а в разделе **Уведомления** (Notifications) будут показаны последние уведомления от разработчиков программы.

Чтобы начать работу с новым документом, следует щелкнуть мышью на строке **Шаблоны** (Templates) и выбрать из открывшегося списка шаблонов нужный шаблон, на основе которого будет создан чертеж (рис. 1.9).

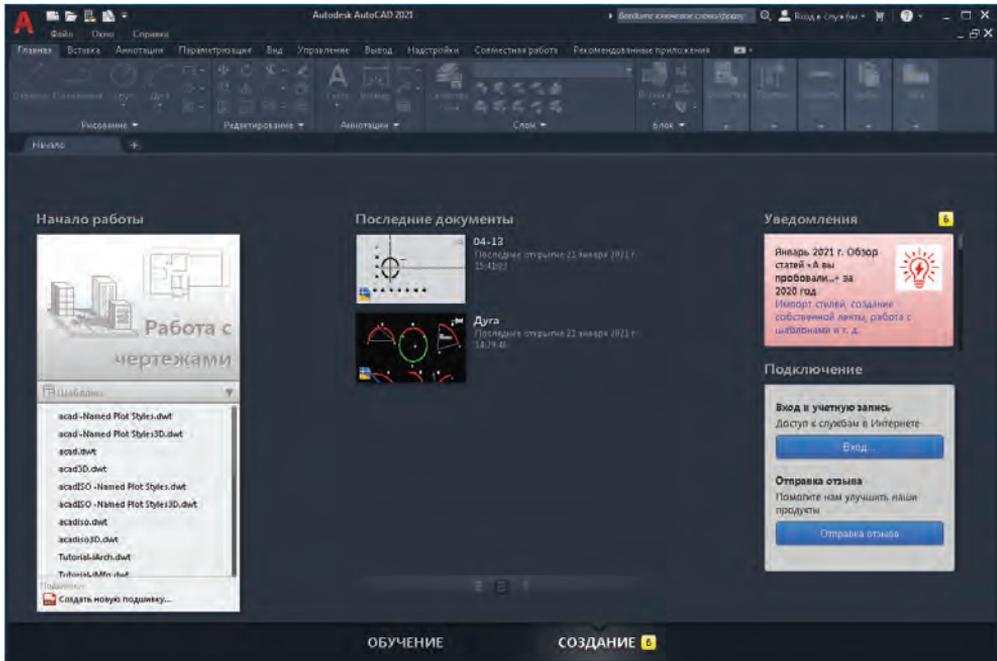


Рис. 1.9 ❖ Выбор шаблона чертежа

Другой способ выбора шаблона – нажать кнопку меню **A** в верхнем левом углу программы, из появившегося меню выбрать варианты начала работы, выбрать команду **Создать** (New) (рис. 1.10) и из появившегося меню **Выбор шаблона** (Select template) (рис. 1.11) выбрать нужный шаблон. Эскиз шаблона, выбранного в списке **Имя** (Name), будет показан в окне **Просмотр** (Preview) в правой верхней части диалогового окна.

Выбрать шаблон можно и в Интернете, на сайте компании AUTODESK. Для этого в разделе **Начало работы** (Get Started) щелкните мышью на строке **Доступ к шаблонам в Интернете** (Get More Templates Online) и выберите на открывшейся странице **Шаблоны AutoCAD 2021** (AutoCAD 2021 templates) нужный шаблон (рис. 1.12).

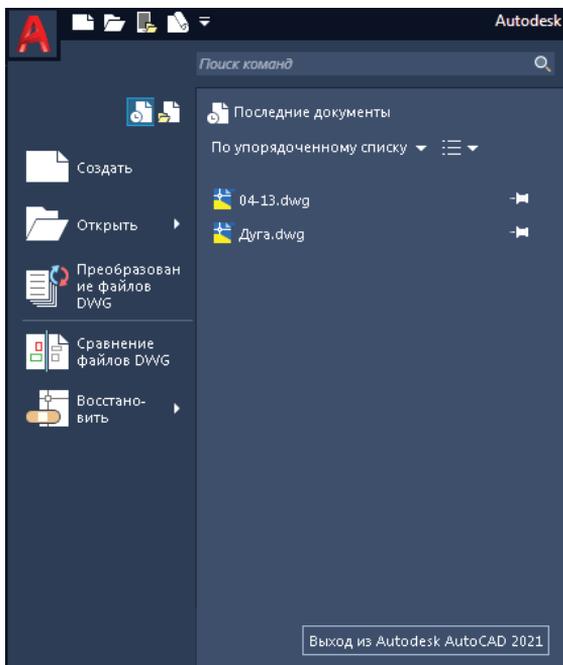


Рис. 1.10 ❖ Меню выбора вариантов начала работы

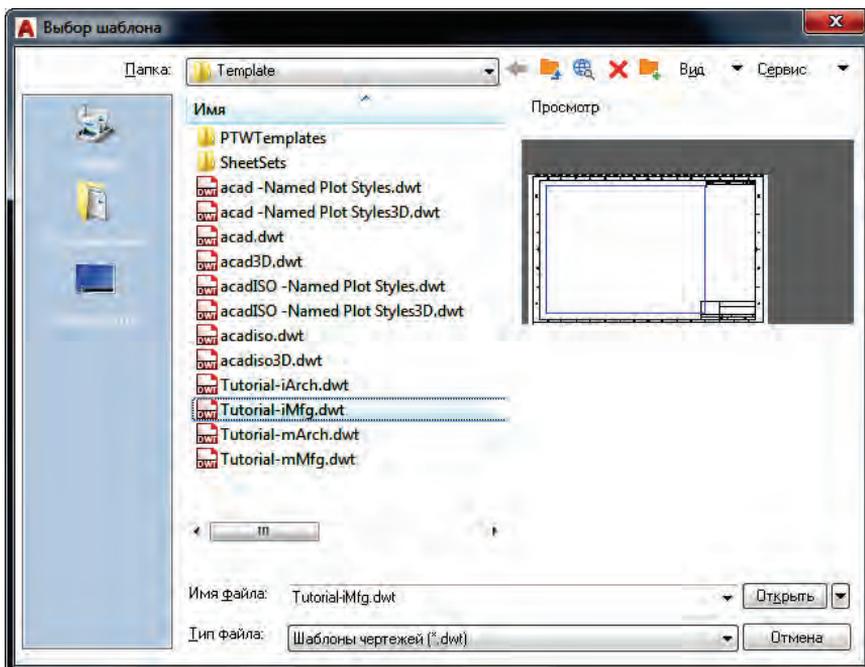


Рис. 1.11 ❖ Диалоговое окно **Выбор шаблона** (Select template)

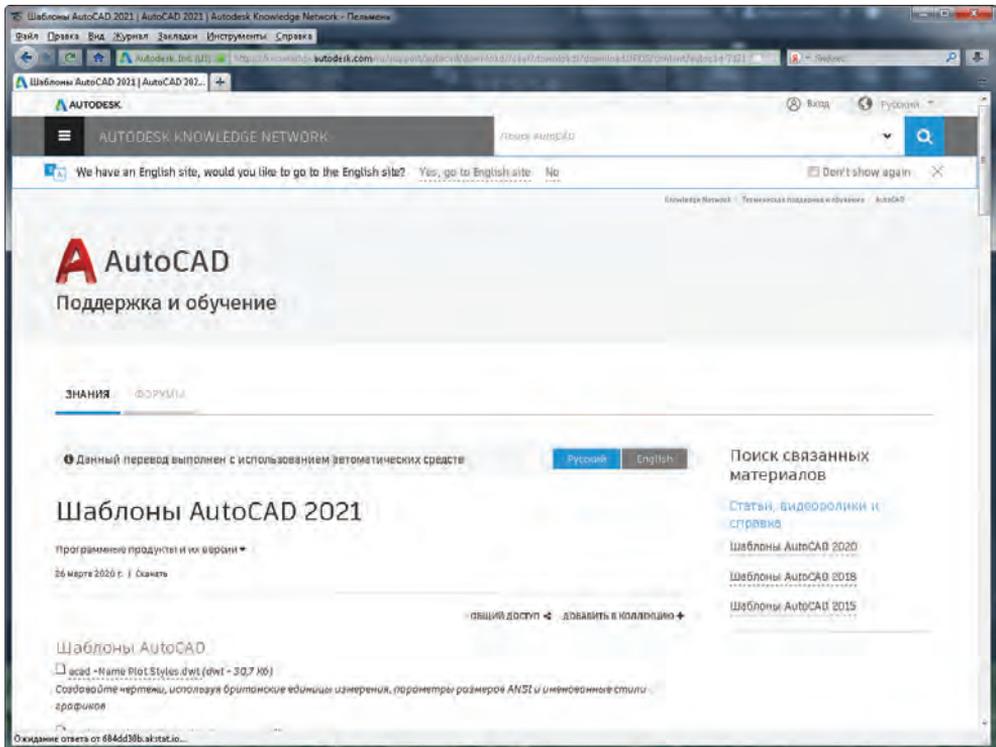


Рис. 1.12 ❖ Интернет-страница **Шаблоны AutoCAD 2021** (AutoCAD 2021 templates)

Выбранный шаблон будет загружен в папку **Загрузки** (Download). Чтобы его открыть, достаточно открыть папку, в которой шаблон был сохранен, и дважды щелкнуть на нем мышью.

Чтобы открыть ранее созданный чертеж, в разделе **Начало работы** (Get Started) выберите строку **Открыть файлы** (Open Files). Откроется диалоговое окно **Выбор файла** (Select File) (рис. 1.13), где выбирается необходимый файл. Эскиз файла, выделенного в списке **Имя** (Name), будет показан в окне **Просмотр** (Preview) в правой верхней части диалогового окна.

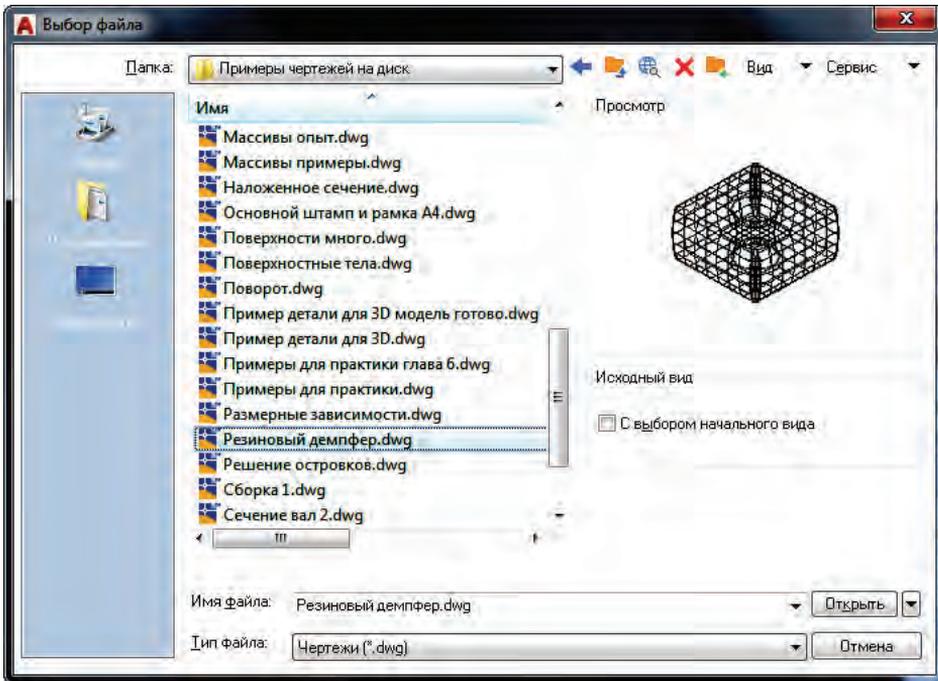


Рис. 1.13 ❖ Диалоговое окно **Выбор файла** (Select File)

В центре вкладки Начало (Start) окна программы **AutoCAD 2021** (рис. 1.8) вы увидите список **Последние файлы** (Recent Files), в котором показаны файлы, которые открывались последними. Достаточно щелкнуть мышью на названии одного из этих файлов, и чертеж будет открыт.

Чтобы открыть недавно созданный документ, щелкните мышью на его эскизе, который будет показан в разделе **Последние документы** (Recent document) вкладки **Начало** (Start) программы **AutoCAD 2021**.

После выбора нужного шаблона или чертежа все диалоговые окна исчезнут, и на экране останется окно программы **AutoCAD 2021** (рис. 1.14).

Обратите внимание: по умолчанию предлагается темная тема окна программы. Этому можно найти объяснение – меньше устают глаза. Как настроить внешний вид окна программы под себя, будет сказано ниже. Чтобы в книге рисунки лучше смотрелись, автором была выбрана светлая тема и белый фон графической зоны чертежа (рабочего пространства).

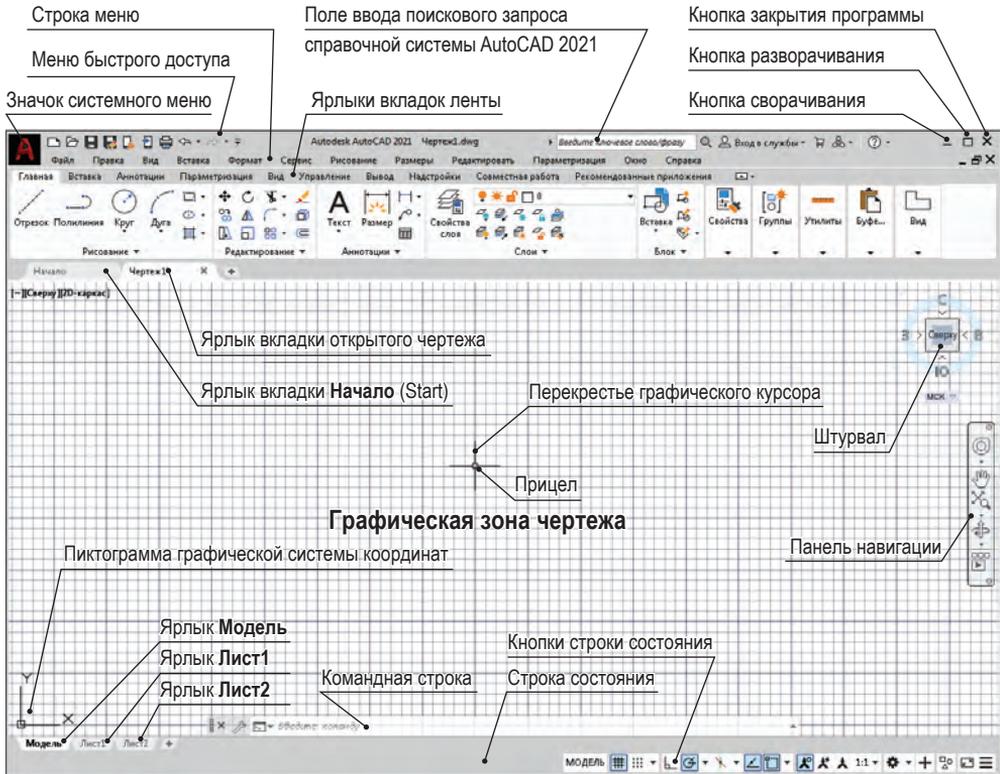


Рис. 1.14 ❖ Окно программы **AutoCAD 2021**  
(выбрана светлая тема оформления и белый фон графической зоны чертежа)

## Описание рабочего окна и его зон

Общая структура окна программы **AutoCAD 2021** ничем не отличается от структуры окон других программ, работающих в среде операционной системы **Windows**. Только, в отличие от других приложений, окно **AutoCAD 2021** насыщено элементами управления программой. Впрочем, все элементы управления расположены очень удобно, достаточно продуманы, интуитивно понятны и имеют четкую структуру.

Окно программы **AutoCAD 2021** рассчитано на использование ленточного интерфейса.

В левом верхнем углу программы находится кнопка системного меню , с помощью которой можно вызвать меню команд для создания, открытия, сохранения файла, импорта и экспорта файла, выбора утилит (инструментов для работы с чертежом) и завершения работы программы.

Правее кнопки системного меню располагается меню быстрого доступа, в которой собраны кнопки наиболее часто используемых команд. Например, кнопки для создания нового чертежа, открытия нового и сохранения редактируемого файла.

Правее находится кнопка  для открытия меню **Адаптировать панель быстрого доступа** (Customize Quick Access Toolbar), где вы увидите список с названиями кнопок, которые можете разместить в меню быстрого доступа. Из этого списка вы можете выбрать, какие кнопки разместить на панели быстрого доступа (рис. 1.15). Обратите внимание: в нижней части списка расположены две команды: **Показать строку меню** (Show Menu Bar) и **Показать под лентой** (Show Bellow the Ribbon). По умолчанию полоса меню в окне программы отсутствует. Чтобы ее отобразить, следует выбрать команду **Показать строку меню** (Show Menu Bar). А с помощью команды **Показать под лентой** (Show Bellow the Ribbon) вы переместите меню быстрого доступа под ленту.

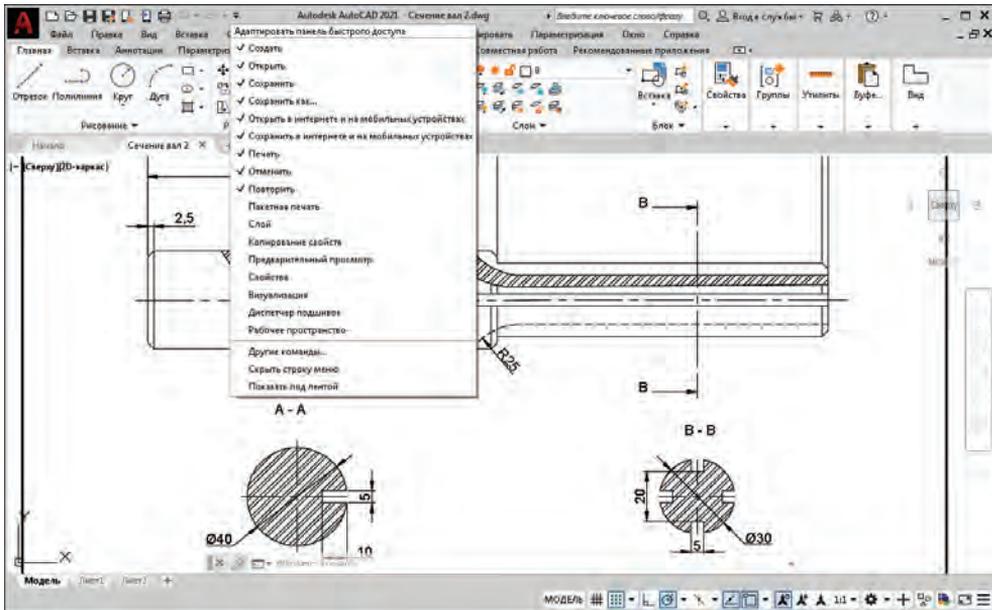


Рис. 1.15 ❖ Отображение открывающегося списка рабочих пространств

Ну а команда **Рабочее пространство** (\_workspace) отобразит открывающийся список рабочих пространств.

Правее меню **Адаптировать панель быстрого доступа** (Customize Quick Access Toolbar) вы увидите название программы и имя открытого в данный момент чертежа. Далее находится поле ввода поискового запроса справочной системы **AutoCAD**.

Кнопки    для сворачивания, разворачивания окна и завершения работы программы находятся в правом верхнем углу.

Ниже полосы меню быстрого доступа, названия программы и имени редактируемого документа и поля ввода поискового запроса, если не установлена полоса меню, находится 10 ярлычков вкладок ленты инструментов (рис. 1.14). Чтобы выбрать нужную ленту, достаточно щелкнуть мышью на ее ярлычке.

По умолчанию выбрана лента **Главная** (Home). Сами ленты располагаются ниже своих ярлычков. Каждая лента разделена на группы элементов управле-

ния, соответствующие палитрам инструментов. Так, в ленте **Главная** (Home) вы найдете инструменты десяти палитр: **Рисование** (Draw), **Редактирование** (Modify), **Аннотации** (Annotation), **Слои** (Layers), **Блок** (Block), **Свойства** (Properties), **Группы** (Groups), **Утилиты** (Utilites), **Буфер** (Clipboard) и **Вид** (Wiev). Но поскольку все элементы управления палитры разместить в одной ленте невозможно, вы увидите только кнопки открывающихся списков для основных элементов управления. Так, например, чтобы выбрать требуемый способ построения окружности, следует открыть меню **Круг** (Circle) и выбрать желаемый вариант построения фигуры (рис. 1.16).

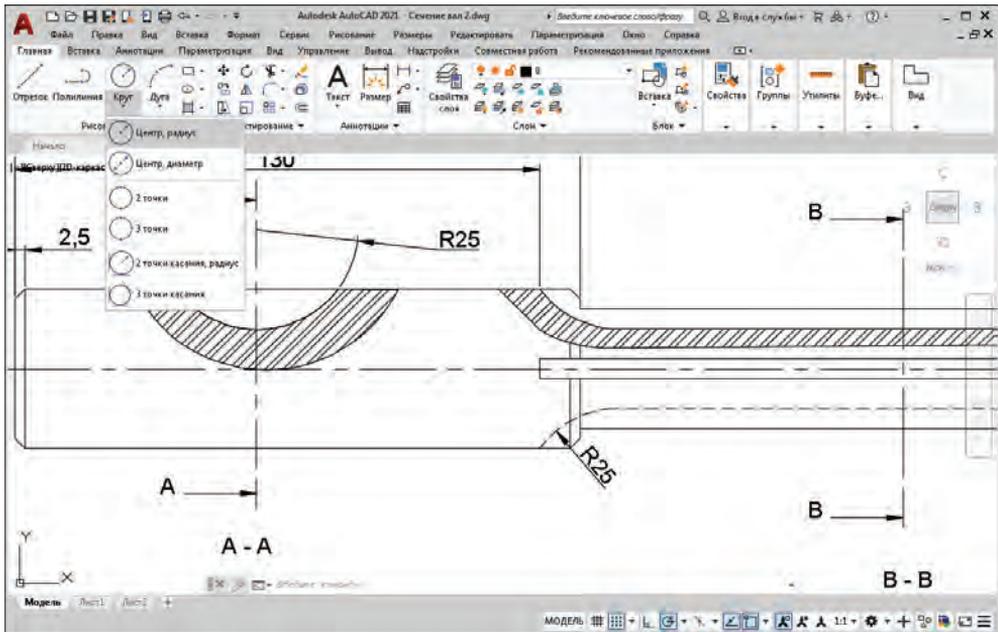


Рис. 1.16 ❖ Выбор требуемого способа для построения чертежа

Второй вариант получить доступ к требуемому инструменту – это нажать кнопку  правее кнопки, обозначающей группу требуемых инструментов, например для построения окружности , и в появившемся меню нажать требуемую кнопку (рис. 1.17).

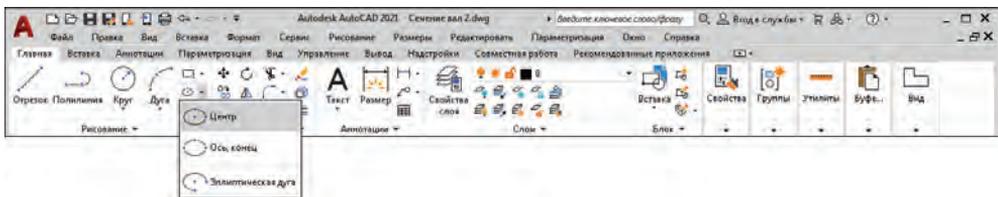


Рис. 1.17 ❖ Выбор способа построения фигуры

Если искомый инструмент используется реже, чем остальные инструменты, следует щелкнуть мышью на названии группы элементов управления и выбрать требуемый инструмент в меню скрытых инструментов (рис. 1.18). О том, как выбирать инструменты, кнопки которых в ленте не показаны, подробно будет рассказано далее.

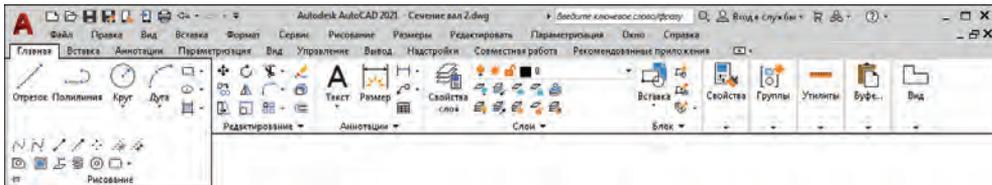


Рис. 1.18 ❖ Меню скрытых инструментов

Как уже говорилось ранее, в программе доступны 10 лент:

- **Главная** (Home) – основная лента, содержащая инструменты рисования, редактирования, управления слоями, вставки блоков и аннотаций и задания внешнего вида линий при построениях (рис. 1.19);



Рис. 1.19 ❖ Лента Главная (Home)

- **Вставка** (Insert) – позволяет вставить блок, ссылку, облако точек, импортировать данные, связать данные или извлечь (рис. 1.20);

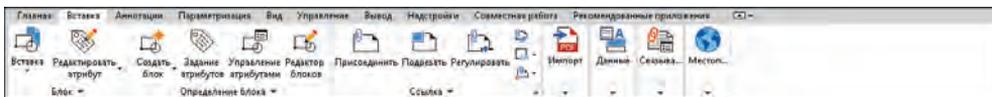


Рис. 1.20 ❖ Лента Вставка (Insert)

- инструменты ленты **Аннотации** (Annotate) позволяют ввести в чертеж текст, проставить размеры на чертеже, обозначить осевую линию, вставить выноску, построить таблицу, внести пометку или масштабировать аннотации (рис. 1.21);

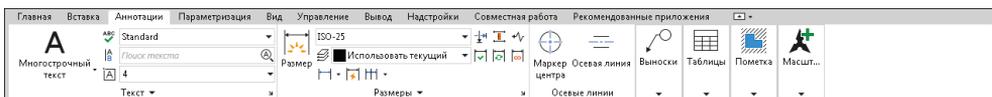


Рис. 1.21 ❖ Лента Аннотации (Annotate)

- инструменты ленты **Параметризация** (Parametric) (рис. 1.22) позволяют задать размерные и геометрические зависимости и управлять имеющимися зависимостями на чертеже;



Рис. 1.22 ❖ Лента **Параметризация** (Parametric)

- с помощью инструментов управления ленты **Вид** (View) выбираются параметры и способы отображения чертежа в окне программы **AutoCAD 2021**. Также здесь можно настроить внешний вид самого окна программы (рис. 1.23);

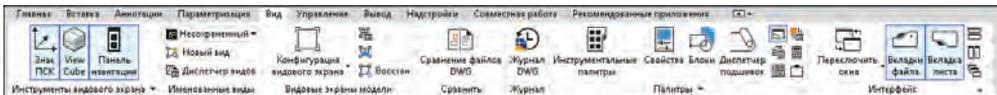


Рис. 1.23 ❖ Лента **Вид** (View)

- **Управление** (Manage) (рис. 1.24). Инструменты данной ленты позволяют воспроизвести последовательные действия, позволяющие автоматизировать рутинные операции над объектами чертежа, адаптировать окно программы и палитры инструментов по своему вкусу, экспортировать и импортировать файлы;

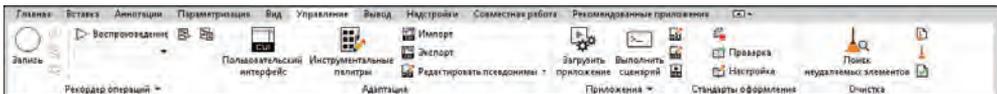


Рис. 1.24 ❖ Лента **Управление** (Manage)

- с помощью инструментов ленты **Вывод** (Output) документы выводятся на печать или экспортируются в другие форматы (рис. 1.25);

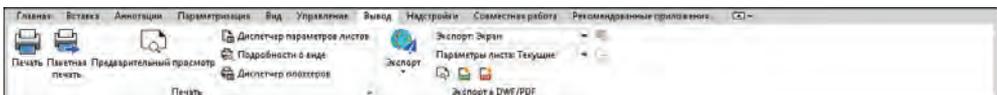


Рис. 1.25 ❖ Лента **Вывод** (Output)

- в ленте **Надстройки** (Add-ins) находится только одна кнопка **App Manager**, с помощью которой можно просмотреть, обновить или удалить приложения с веб-сайта **Autodesk App Store** либо получить справку по ним;

- лента **Совместная работа** (Collaborate) позволяет организовать общий доступ к разрабатываемым чертежам или сравнить файлы DWG (рис. 1.26);

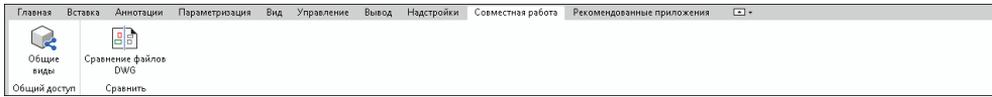


Рис. 1.26 ❖ Лента **Совместная работа** (Collaborate)

- приложения, рекомендованные для установки, вы увидите в ленте **Рекомендованные приложения** (Featured Apps).

Ранее уже упоминалось, что по умолчанию в окне программы строка меню отсутствует. Хотя в полосе меню собраны все элементы управления программой.

Ленточный интерфейс во многих случаях не очень удобен, и многие команды гораздо удобнее выбирать из строки меню. Чтобы установить ее на панели инструментов, выполните следующие действия.

1. Щелкните мышью на кнопке , расположенной правее меню быстрого доступа, и выберите из меню **Адаптировать панель быстрого доступа** (Customize Quick Access Toolbar) команду **Показать строку меню** (Show Menu Bar) (рис. 1.15). Над ярлыками вкладок ленты появится строка меню (рис. 1.27).

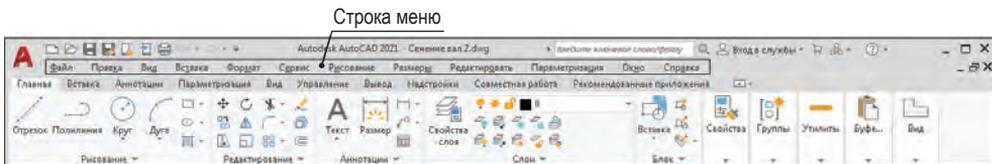


Рис. 1.27 ❖ Строка меню установлена

Ниже лент располагается графическая зона чертежа, которая называется еще рабочим пространством. Здесь и выполняются все построения.

По умолчанию цвет графической зоны чертежа – черный, а все построения ведутся белым цветом. Это сделано для того, чтобы у работающего за компьютером меньше уставали глаза. Ведь смотреть на белый экран монитора – это то же самое, что смотреть на включенную яркую лампочку. Но при печати все построения будут выведены черным цветом или цветом, который был назначен при построении.

При желании цвет рабочего пространства можно изменить.

2. Щелкните правой кнопкой мыши в любом месте рабочего пространства и выберите из появившегося контекстного меню (рис. 1.28) команду **Параметры** (Options). На экране появится диалоговое окно **Параметры** (Options) с открытой вкладкой **Файлы** (Files).

3. Щелкните мышью на вкладке **Экран** (Display). Выбранная вкладка откроется (рис. 1.29).
4. Из открывающегося списка **Цветовая тема** (Color theme) выберите цветовую тему **Светлая** (Light).
5. В группе элементов управления **Элементы окна** (Windows Elements) нажмите кнопку **Цвета** (Colors). Появится диалоговое окно **Цветовая гамма окна чертежа** (Drawing Window Colors) (рис. 1.30).

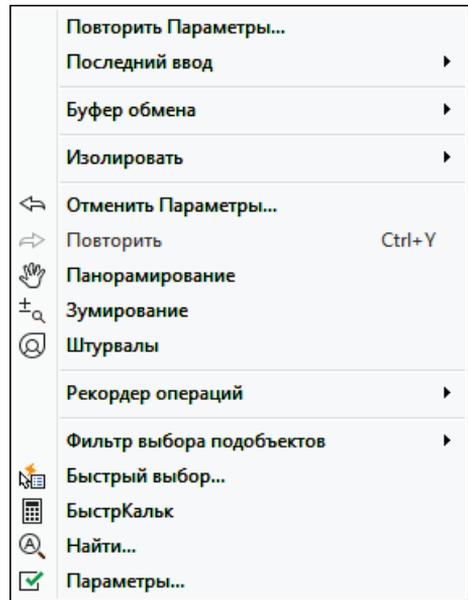


Рис. 1.28 ❖ Контекстное меню для настройки рабочего пространства

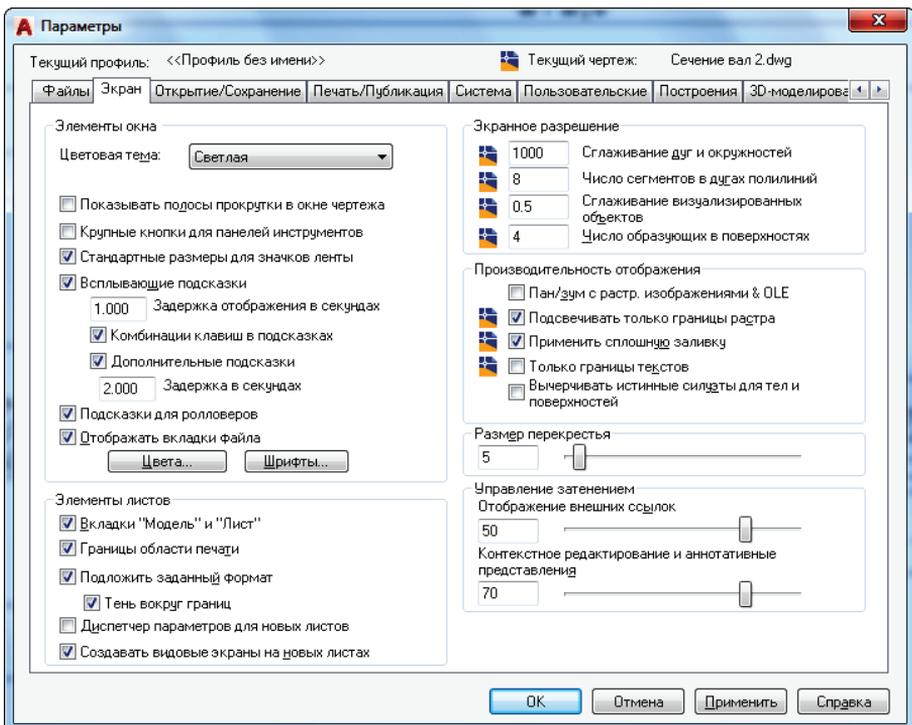


Рис. 1.29 ❖ Вкладка **Экран** (Display) диалогового окна **Параметры** (Options)