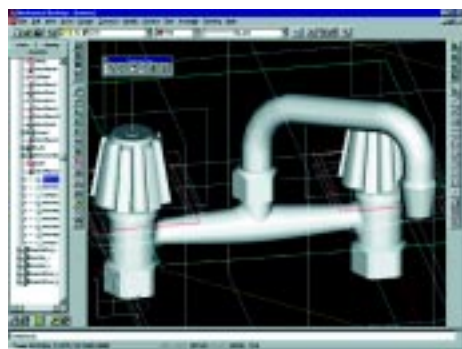


MODELOWANIE W MD3

A CAD to jeden z najstarszych i najbardziej popularnych programów do projektowania komputerowego. Jego początki giną gdzieś w mrokach dziejów komputera osobistego, czyli w odległych latach osiemdziesiątych. Królowały wtedy komputery o mocy obliczeniowej obecnych kalkulatorów naukowych, a szczytem marzeń był 14-calowy czarno-biały monitor. Cała instalacja AutoCAD-a mieściła się na dwóch dyskietkach 5-calowych. Minęło od tego czasu sporo lat, mamy wersję 2000 AutoCAD-a, całkowicie zmieniony interfejs, różnego rodzaju ułatwienia w kreskowaniu, wskazywaniu punktów charakterystycznych, wymiarowaniu i przygotowaniu do druku, ale program w swym podstawowym module reprezentuje ciągle tę samą filozofię rysowania płaskiego. Oczywiście konkurencja w tym czasie nie próżnowała i wypuszczała programy, które raczej bezskutecznie konkurowały z AutoCAD-em, do momentu, aż ktoś wpadł na pomysł, że można, korzystając z nowych możliwości komputera, zacząć rysować od razu w przestrzeni, pozostawiając trud rzutowania na płaszczyzny samemu oprogramowaniu. Początkowo programy te pracowały na stacjach roboczych i były dostępne jedynie dla konstruktorów pracujących dla wielkich korporacji związanych z przemysłem wojskowym i z zaawansowaną technologią. Całkiem niedawno jednak komputer osobisty uzyskał całkiem sporą moc przy niewygórowanej cenie, wymyślono nowe efektywne sposoby modelowania i już zwykły inżynier może pracować z systemami, dzięki którym widzi swoje dzieło w wirtualnej przestrzeni, zanim zmieni je na zwykłe formatki rysunkowe przeznaczone na warsztat. Inżynierowie z Autodesku z pewnym ociąganiem i chyba niedowierzaniem zaczęli nadrabiać utracony dystans integrując takie moduły jak: AutoCAD, Autoshade, Autosurf w jeden system. Tak powstał AutoCAD Mechanical Desktop.

Teraz w wersji czwartej pakiet ten dostarcza wszelkich niezbędnych narzędzi do modelowania przestrzennego i tworzenia dokumentacji rysunkowej – płaskiej. Ponieważ w poprzednich numerach 3D opisaliśmy stosunkowo dokładnie cechy AMD 3.0 pora teraz, aby ci, którzy najlepiej czują się w typowym dla AutoCAD-a otoczeniu, rozpoczęli naukę projektowania przestrzennego.



Nic tak nie uczy jak przerabianie przykładów; prześledzimy więc sposób wykonania modelu konkretnego detalu z naszego codziennego życia: baterii umywalkowej. Każdy uczestnik tego kursu może narysować oczywiście swoją.

W tym celu należy od czasu do czasu udać się do łazienki, „złapać” i zanotować charakterystyczne wymiary. Oczywiście nie jest tu wymagana absolutna dokładność. Należy całą rzecz potraktować jako swego rodzaju ćwiczenie, którego celem będzie jednak nabranie wprawy, niezbędnej później do tworzenia poważniejszych wizualizacji.

EXTRUDE

Po uruchomieniu AutoCAD-a ukazuje się okno dialogowe, w którym wybieramy *Start from Scratch* i *Metric* jako ustawienia domyślne (*Default Settings*). Ukazuje się

pusty ekran gotowy do pracy. W lewym dolnym rogu widzimy ikonę orientacji układu współrzędnych (UCS). Wiemy dzięki niej, że patrzymy z góry na nasz rysunek. Za moment stworzymy pierwszą płaszczyznę roboczą równoległą do tego widoku. Klikamy lewym klawiszem na ikonie *Work Features* → *Work Plane*, w oknie dialogowym wybieramy *On UCS* i *Create Sketch Plane*, klikamy OK. Jeśli na ekranie niebieskie strzałki osi płaszczyzny szkicu (*Sketch Plane*) zgodne są z kierunkiem ikony UCS, zatwierdzamy prawym klawiszem. Możemy z okienka *Desktop View* wybrać widok *Left Front Isometric View* aby widzieć naszą pracę przestrzennie.

Wybieramy *Circle* → *Center Radius*, aby narysować okrąg. W linii poleceń (*Center point*): wpisujemy współrzędne 0,0, a następnie promień (*Radius*): 12. Naciskając *Part* → *Sketch* → *Single Profile* przygotowujemy okrąg do wytłoczenia. W środku okręgu ukazuje się krzyżyk; okrąg jest gotowy do dalszej operacji. Następnym krokiem to wytłoczenie – *Sketched Features* → *Extrude*. W oknie dialogowym pojawiającym się po naciśnięciu ikony wybieramy *Base* oraz *Blind*, w okienku *Distance* piszemy 30, *Draft Angle* pozostaje 0,0. Klikamy OK. Jeśli niebieska strzałka wskazująca kierunek wytłoczenia jest skierowana do góry, akceptujemy zastany stan prawym klawiszem. Ukazuje się pierwszy element naszej bryły. Korzystając z narzędzi *Desktop View* powiększamy pole widzenia. Naciskamy ikonę *New Sketch Plane*. Na zachętę w linii poleceń: *Select work plane or planar face*, odpowiadamy wskazując krawędź poprzednio utworzonej płaszczyzny roboczej. Zatwierdzamy kierunek osi (niebieskie strzałki). Rysujemy okrąg o współrzędnych 150,0 i promieniu 12. Tworzymy z niego, tak jak poprzednio, *Single Profile* i wytłaczamy podobny walcowy element pamiętając jednak, aby w oknie dialogowym operacji *Extrude* wybrać tym razem *Join*.

Zabieramy się teraz do bardziej zaawansowanego zadania: utworzenia elementu o zmiennym przekroju, który połączy obydwie dopiero co wykonane walce. Wykonamy go za pomocą operacji *Loft*.

LOFT

Czynimy najpierw niezbędne przygotowania zmieniając orientację układu współrzędnych. Wybieramy widok z lewej strony – *Left View* i klikając ikonę *View UCS* dostosowujemy orientację układu współrzędnych do aktualnego widoku.

Klikamy ikonę *Work Plane* i w oknie wybieramy *On UCS* i *Create Sketch Plane*. Akceptujemy kierunek osi płaszczyzny szkicu zgodny z UCS. Dla lepszej kontroli znowu wybieramy widok izometryczny.

Rysujemy okrąg o środku 0,15 i promieniu 7. Tworzymy z niego *Single Profile*. Tworzymy nową płaszczyznę roboczą wpisując w znanym już oknie dialogowym: *Planar Parallel*, *Create Sketch Plane* oraz *Offset* (Przesunięcie) o wartości 75. Wskazujemy poprzednio utworzoną płaszczyznę i odpowiednio dobieramy zwrot (opcja *Flip*) nowej.

Na tak wykonanej płaszczyźnie rysujemy okrąg o współrzędnych 0,15 i promieniu 12. Tworzymy z niego *Single Profile*. Budujemy jeszcze jedną płaszczyznę roboczą, również przesuniętą o 75. I na niej z okręgu o środku 0,15 i średnicy 7 tworzymy *Single Profile*. Mamy już profile przygotowane do wykonania bryły o zmiennym przekroju wyznaczonym przez okręgi o promieniach 7,12 i 7.

Klikamy ikonę *Loft*. W oknie dialogowym akceptujemy wartości domyślne, czyli: *Operation–Join*, *Termination–Sections*, *Type–Cubic*, *Termination–Automatic*, *Angle 90*, *Weight 1*. Naciskamy *Define* i jesteśmy

proszeni o wskazanie przekrojów. Pokazujemy po kolei nasze okręgi – profile. Niebieska strzałka będzie pokazywała kierunek wytłaczania.

Uzyskujemy wydłużony element łączący wcześniej wykonane walce.

Musimy teraz dołączyć pionową rurkę, w której, w prawdziwej baterii, miesza się woda zimna i ciepła. Tworzymy nową płaszczyznę roboczą: *Planar Parallel*, *Offset – 15*. Wskazujemy płaszczyznę, którą utworzyliśmy na samym początku. Tworzymy okrąg o środku 75,0 i promieniu 11, naciskamy *Single Profile* i wytłaczamy go funkcją *Extrude* z parametrami *Join*, *Blind*, *Distance 25*.

Gdy naciśniemy ikonę *Toggle Shading* ujrzymy nasze dotychczasowe dzieło ubrane w materiał. Dzięki funkcji *Dynamic Rotation* możemy obejrzeć wszystko z różnych stron, zachowując cały czas realistyczny wygląd naszego przedmiotu.

Widzimy, że brakuje nam charakterystycznych dla armatury łazienkowej płynnych przejść między powierzchniami. Naciskamy *Placed Features* → *Fillet*. Ukazuje się okno dialogowe, gdzie wybieramy *Constant* i wpisujemy wartość promienia (*Radius*) 5. Naciskamy *Apply* i poproszeni o wybranie krawędzi do zaokrąglenia (*Select Edges*), wskazujemy miejsca połączenia naszych elementów. Wybrane krawędzie przybiorą kształt linii przerywanych. Zatwierdzamy prawym klawiszem i otrzymujemy wynik jak na ilustracji.

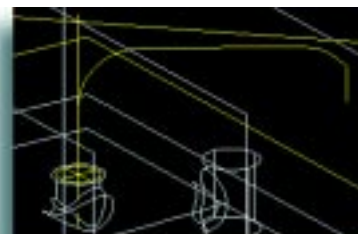
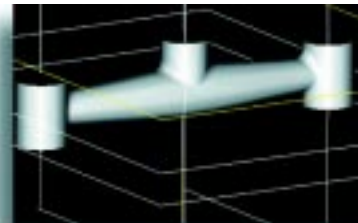
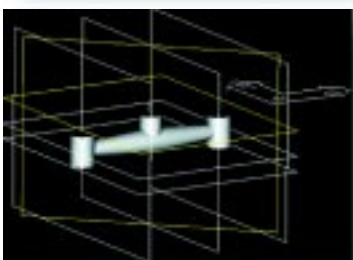
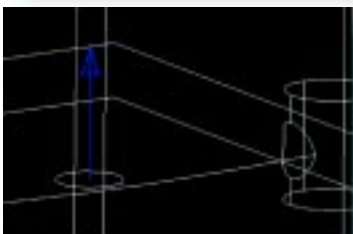
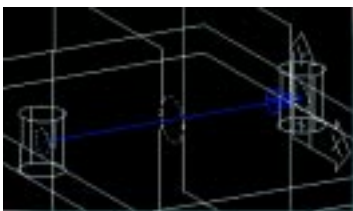
Nasze dzieło zaczyna coraz bardziej przypominać oryginał.

Następnym etapem będzie narysowanie tzw. wylewki – wygiętej rurki, przez którą woda wypływa do umywalki. Zmieniamy kolor linii na żółty. Wywołujemy funkcję *Work Features* → *Work Axis*. Pokazujemy krawędź poprzednio wykonanego walca. Uzyskana linia pokryje jego oś. Budujemy kolejną płaszczyznę roboczą. Naciskamy *Work Features* → *Work Plane*. W oknie dialogowym należy wpisać: *On Edge/Axis*, *Planar Angle* i *Angle 45*. Wskazujemy poprzednio narysowaną oś, a następnie krawędź płaszczyzny, na której ta oś leży. Potwierdzamy zwrot osi płaszczyzny szkicowej, z osią Y do góry. Wynik widoczny jest na ilustracji.

SWEEP

Aby lepiej wykonać następną operację – *Sweep* – w oknie *Desktop View* wybieramy *Sketch View*. Dzięki temu będziemy rysować następny profil bez zniekształcenia perspektywicznego. Rysujemy polilinie (*Polyline*) jak na ilustracji, rozpoczynając się w środku okręgu wyznaczonego przez krawędź wykorzystanego przed chwilą walca. Wykonujemy *Profile Sketch* → *2D Path*, wskazujemy naszą polilinie i poproszeni o wskazanie punktu początkowego ścieżki (*Specify start point of path*), wskazujemy jej początek. Na pytanie, czy chcemy utworzyć płaszczyznę roboczą prostopadłą do ścieżki (*Do you want to create a workplane perpendicular to path?*), odpowiadamy *Yes*. Oś Z płaszczyzny szkicowania powinna być skierowana ku górze. Na tej nowej płaszczyźnie rysujemy okrąg o promieniu 9 i środku w punkcie o współrzędnych 0,0. Tworzymy z niego *Single Profile*.

Teraz wystarczy już tylko wybrać *Sketched Features* → *Sweep* i w oknie dialogowym zaznaczyć *Opera-*



WARSZTAT: DANE TEKSTOWE

Możliwość dostępu do danych zawartych w plikach zewnętrznych z poziomu AutoLISP-u ma wielkie znaczenie dla różnego typu programów i aplikacji AutoCAD-a. Trudno sobie wyobrazić jakiegokolwiek oprogramowanie do parametryzacji obiektów bez dostępu do danych zewnętrznych. Przesyłanie danych do edytora graficznego AutoCAD-a z programów obliczeniowych tworzących zestawienia itp. często odbywa się poprzez pliki zewnętrzne. Są to z reguły pliki tekstowe. Mimo pewnych ograniczeń (przede wszystkim długi czas dostępu i wielkość plików danych), stosowanie mechanizmów AutoLISP-u dostępu do plików tekstowych nierzadko jest jedyną metodą na tworzenie wydajnych i elastycznych programów. Za stosowaniem plików tekstowych do wymiany danych z AutoCAD-em przemawiają również takie cechy, jak: prostota składni, możliwość edycji bez używania specjalnych narzędzi, wygoda i szybkość wprowadzania zmian oraz możliwość przechowywania danych w jednym miejscu.

AutoLISP posiada narzędzia do wykonywania operacji wejścia i wyjścia. Na początek zajmiemy się operacjami wejścia czyli pobierania danych zewnętrznych. Najogólniej proces odczytywania pliku możemy podzielić na trzy etapy:

- znalezienie i otwarcie pliku do odczytu;
- odczyt danych (i ewentualnie przetworzenie);
- zamknięcie pliku.

Tutaj największy nacisk położymy na operację drugą, czyli odczyt i przetworzenie danych.

Do odczytania linii (całego wiersza) z pliku służy funkcja o nazwie *read-line*. Funkcja *read-line* posiada pewne ograniczenia. Oto one:

- ⊕ wynikiem działania funkcji jest łańcuch tekstowy;
- ⊕ każde wywołanie funkcji zwraca tylko jedną linię;

→ dokończenie ze strony 33

tion-Join, Body Type-Normal, Termination-Path Only, Draft Angle 0. Nasza wylewka jest już prawie gotowa.

Musimy teraz na jej końcu wykonać lekkie rozszerzenie. Wybieramy *New Sketch Plane* i wskazujemy krawędź okręgu na końcu wylewki. Jeśli teraz wybierzemy *Assist* → *Icon at Origin*, zauważymy, że ikona początku współrzędnych przesunie się ku punktowi środkowemu okręgu. Rysujemy okrąg o współrzędnych środka 0,0 i promieniu 9 i tworzymy z niego *Single Profile*. Teraz naciskamy *Work Features* → *Work Plane* i w opcjach okna dialogowego wpisujemy *Planar Parallel, Offset 3*; wskazujemy krawędź końca wylewki. Przy potwierdzaniu zwrotu osi strzałka osi Z musi być skierowana ku górze. Rysujemy okrąg: środek 0,0, promień 10 i przekształcamy w kolejny *Profil*. Tworzymy następną płaszczyznę roboczą przesuniętą o kolejne 2 milimetry, aby uzyskać jeszcze jeden *Single Profile* z okręgu o promieniu 11.

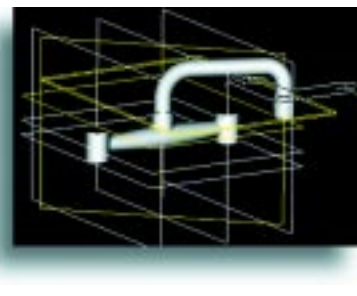
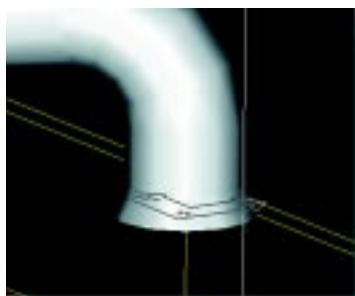
Wykonujemy operację *Loft* przy standardowych ustawieniach, wskazując po kolei każdy z trzech kolejno wykonanych profili. Niebieska strzałka będzie wskazywała kierunek wytłaczania. Efekt na ilustracji.

Pora teraz na wykonanie stożkowatego elementu, tzw. perlatora. Jako nową płaszczyznę szkicową (*New Sketch Plane*) wybieramy ostatnią kolistą krawędź. Musimy pamiętać o prawidłowym zwro-

cie osi. Rysujemy okrąg w punkcie 0,0 o promieniu 12 i przekształcamy go w *Single Profile*. Rozpoczynamy operację *Sketched Features* → *Extrude*, wybieramy parametry *Join, Blind, Distance 20, Draft Angle 5*, wskazujemy nasz profil i zatwierdzamy kierunek wytłaczania.

Doszliśmy już do końca pierwszego etapu naszej pracy.

W przyszłym odcinku utworzymy następne elementy: pokrętła kurków i nakrętki, połączymy również wszystko w całość. Zobaczymy także, jak tworzy się połączenia gwintowane. Mamy nadzieję, że każdy uczestnik kursu dotrzymuje nam kroku. Czasami wykonanie poszczególnych operacji może być kilkakrotnie powtarzane dla uzyskania pożądanego efektu. Umożliwi to stopniowe zapoznawanie się z programem i nabieranie wprawy. Praca przy modelowaniu zacznie stawać się coraz większą przyjemnością. Rezultatem może być również odnajdywanie własnych rozwiązań, może prostszych i efektywniejszych niż podane. Wdzięczni będziemy za podzielenie się z nami własnymi doświadczeniami. Umożliwi to stworzenie forum użytkowników AMD3 na łamach naszego pisma.



Andrzej Pierowski
pierowski@avia.com.pl