ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

Л.А. ЧЕМПИНСКИЙ

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В CAD/CAM ADEM (ПРАКТИКУМ)

Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

УДК 621.771.2.002.5 (075.8)
ББК 34.3
Ч-42



Инновационная образовательная программа "Развитие центра компетенции и подготовка специалистов мирового уровня в области аэрокосмических и геоинформационных технологий"

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. *В. Н. Гаврилов*
канд. техн. наук, *А.И.Хаймович*

Чемпинский Л.А.

Ч-42 **Геометрическое моделирование в CAD/CAM ADEM (практикум)**: учеб. пособие / *Л.А. Чемпинский.* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 96 с. : ил.

ISBN 5-7883-0391-5

Изложены методика обучения студентов - машиностроителей «безбумажным» технологиям конструирования, основы и практика представления, отображения и преобразования 3D моделей объектов.

Учебное пособие предназначено для студентов младших курсов.

УДК 621.771.2.002.5 (075.8)
ББК 34.3

ISBN 5-7883-0391-5

© Чемпинский Л.А., 2006
© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2006

Оглавление

Предисловие ……4
Введение……5
Глава I. Способы представления геометрических моделей. Основы объемного моделирования…….... 10
1.1 Основы и практика 3D моделирования……16
1.1.1 Отображение БЭФ……16
1.1.2 Вход, выход и управление курсором……17
1.1..3 Закраска экрана, чтение и удаление модели с рабочего поля……..…..19
1.1.4 Отображение модели в проекциях……..…20
1.1.5 Работа с цветовой палитрой……23
1.1.6 Типы закраски наружной поверхности геометрической модели……..24
1.1.7 Работа с окнами……28
1.1.8 Аффинные преобразования БЭФ……30
1.1.8.1 Работа с одним БЭФ……..30
1.1.8.2 Работа с группой БЭФ……32
1.1.9 Топологические преобразования БЭФ……39
1.1.9.1 Работа с узлами и сечениями БЭФ……40
1.1.9.2 Создание моделей тел вращения……..48
1.1.10 Логические (булевы) операции……..53
1.1.11 Моделирование детали по аксонометрии……56
Список литературы……60
Приложение. Назначение клавиш и полей меню при работе в модуле 3D системы ADEM ver. 3.03……61

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью написания этого учебного пособия (1-ю часть которого Вы держите в руках) является изложение методики графо-геометрической подготовки специалистов в техническом вузе по сквозному моделированию на конкретных примерах моделирования геометрии и технологии изготовления деталей.

Представлены примеры решений типовых учебных задач, позволяющих освоить основы отображения и преобразования объемных (3D) моделей объектов, составляющих идеологию современного проектирования.

При написании учебного пособия основное внимание уделено практике освоения и использования на ПЭВМ знаний в предметной области. Сведения же о работе в среде ADEM можно почерпнуть из достаточно полно изложенных инструкций для пользователей.

Основные сведения для работы в среде 3D модуля CAD/CAM системы ADEM v.3.03* представлены в приложении.

---

*Лицензионную версию системы ADEM 3.03 для использования в учебных целях можно бесплатно взять на сайте www.adem.ru

ВВЕДЕНИЕ

Средством общения людей является тот или иной язык. При промышленном изготовлении изделий в качестве такого языка традиционно используется чертеж. Чертеж представляет собой модель будущего изделия. Изображения на чертеже издавна составляют вручную с использованием карандаша, циркуля, линейки, а также средств механизации - получают графическую модель. Однако эти изображения можно получить с точностью до 0.5 деления шкалы чертежного прибора. Поэтому для точного определения геометрических параметров изделия, необходимых для его изготовления, например взаимного расположения поверхностей, на изображения наносят размерную сетку и пишут технические требования – получают геометрическую модель.

Современный уровень программных и технических средств электронной вычислительной техники позволил перейти от традиционных, ручных методов конструирования и проектирования к новым информационным технологиям с использованием ЭВМ.

В диалоге с ЭВМ могут быть созданы модели проектируемых изделий, чертежи и схемы, сформированы библиотеки чертежей деталей, изображения которых заданы параметрически. В зависимости от сложности геометрии деталей и способов их изготовления различают два подхода в их компьютерном проектировании:

-на основе плоского (2D) геометрического моделирования – так называемой автоматизации чертежно-графических работ. Он является естественным продолжением традиционного геометрического моделирования в виде чертежа, осуществляемого с помощью карандаша и линейки;

- на основе объемного (3D) геометрического моделирования с помощью компьютера, которое является новым инструментом проектировщика и предоставляет возможность работы в привычном для человека трехмерном пространстве. Такой подход к деятельности специалиста реализуется им при создании трехмерных геометрических моделей проектируемых изделий. Используя такие модели, конструктор может проводить прочностные и кинематические расчеты, прорабатывать вопросы компоновки и сборки изделий, технологические аспекты изготовления

деталей и т.д. Такой подход также позволяет создавать в автоматизированном режиме плоские геометрические модели. При этом точность геометрического определения той или иной точки на поверхности модели изделия превышает 0,0001 мм. Поэтому такие модели можно использовать, в частности, для разработки и моделирования технологических операций в соответствии с маршрутом обработки детали, для автоматизированного составления управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), для контроля геометрии изготовленной детали на соответствие ее математической модели, для проверки изделия на собираемость.

Эти подходы реализованы в современных CAD/CAE/CAM системах. Порождаемая в данных системах трехмерная геоме-трическая модель является *основой* всей информационной модели изделия.

Все современные CAD/CAM/CAE системы в зависимости от решаемых ими задач можно разделить на две группы: специализированные и универсальные.

Специализированные программные комплексы могут использоваться как автономно, так и включаться в состав универсальных систем. По функциональному признаку они классифицируются на:

- программы для графического ядра системы (*Design Base*, положенной в основу функционирования ряда специализированных систем, производимых и используемых в Японии, *ACIS* - AutoCAD, Cimatron, ADEM и пр, *Parasolid* – Unigraphics, Solid Works и пр.);

- системы для функционального моделирования (CAE, реализующие метод конечных элементов, которые, в свою очередь, также делятся на системы общего применения (NASTRAN, ANSYS, COSMOS/M и др.) и проблемно-ориентированные системы (ADAMS, MARS и др.);

- системы для подготовки управляющих программ для технологического оборудования (CAM) (SmarrCAM, Euclid, и др.).

Универсальные системы предназначены для комплексной автоматизации процессов проектирования, анализа и производства продукции машиностроения. В зависимости от функциональных возможностей различают системы низкого уровня (AutoCAD, T-flex, Caddy), среднего

уровня (Cimatron, ADEM) и полно-масштабные (CATIA, Unigraphics, Pro/ENGINEER).

Все системы постоянно развиваются, дополняясь все новыми модулями и возможностями. С течением времени программные продукты приобретают способность одинаково эффективно решать в своей "весовой" категории предъявляемые пользователем задачи. В этом случае пользователь при выборе той или иной системы руководствуется, в первую очередь, ее ценой. В то же время развитие программных сред имеет тенденцию перехода в более "тяжелую" категорию, но никогда - наоборот. Такое усовершенствование в большинстве случаев приводит к необходимости использования все более и более мощного аппаратного обеспечения.

Однако каким бы высоким ни был уровень системы, она сама по себе не функционирует. ЭВМ и установленный на ней программный продукт представляют собой хотя и высокопрофессиональный, но всего лишь инструмент, такой как, например, карандаш, линейка или счеты. Уровень эффективности использования ЭВМ зависит от степени подготовленности специалиста.

Традиционно обучение геометрии и графике в техническом вузе связано с вопросами создания технической (конструкторской и технологической) документации для изготовления деталей, узлов и изделий. Создание такой документации в настоящее время возможно при наличии у специалиста развитого пространственного мышления (воображения), опыта решения позиционных и метрических задач, знаний правил, условностей и упрощений, регламентируемых стандартами при создании технической документации, понимания принципов функционирования прикладных программ, их классификации и возможностей использования, устойчивых навыков работы с системой.

Переход на безбумажные, с использованием компьютера технологии, когда информация создается, хранится и используется в электронном виде, требует выполнения новых условий при подготовке специалистов. При этом безбумажная графическая подготовка является ***основой*** сквозной подготовки современного специалиста.

На основании вышесказанного ***целями обучения*** геоме-трическому моделированию являются:

- всемерное развитие пространственного мышления (воображения);
- освоение алгоритмов построения геометрических (2D и 3D) моделей;
- приобретение навыков создания и редактирования объемных моделей изделий машиностроительного производства;
- приобретение опыта решения позиционных и метрических задач в среде CAD системы;
- приобретение навыков создания технической документации в автоматизированном режиме в соответствии с ГОСТами.

В результате изучения предлагаемого в пособии материала обучаемый ***должен знать:***

а) способы представления геометрических моделей;

б) классификацию и возможности современных отечественных и зарубежных систем автоматизированного проектирования (САПР);

в) современные подходы в компьютерном проектировании;

г) основные алгоритмы 3D и 2D моделирования и редактирования моделей;

д) алгоритмы и правила оформления технической документации.

В среде современной CAD системы обучаемый ***должен уметь:***

а) создавать и редактировать 3D модели деталей;

б) получать необходимые для составления технической документации на изделия изображения: виды, разрезы, сечения, совмещения видов и разрезов и пр.;

в) решать метрические и проекционные задачи;

г) решать задачи геометрического, проекционного и параметрического черчения;

д) составлять и оформлять рабочие чертежи деталей;

е) составлять 3D сборки, спецификации и сборочные чертежи;

ж) деталировать чертежи общего вида.

В предлагаемой читателю части работы изложена методика обучения студентов - машиностроителей на кафедре инженерной графики

«безбумажным» технологиям конструирования и основам отображения и преобразования 3D моделей объектов.

Вопросы для повторения и самоконтроля

1. Что такое чертеж? Из каких компонентов он состоит?
2. Назовите два подхода в компьютерном моделировании. Когда они используются и чем отличаются?
3. Что представляют собой CAD, CAE, CAM системы? В чем их сходство и отличие?
4. Какова роль 3D модели в CAD/CAE/CAM системах?
5. Что представляют собой универсальные системы? Для чего они предназначены? На какие уровни подразделяются?
6. Что такое безбумажная технология выпуска проектной документации? Какова ее роль в сквозном проектировании?
7. От чего зависит уровень эффективности использования компьютерных средств проектирования?
8. Каковы требования к специалисту, способному в автоматизированном режиме создавать техническую докумен-тацию?
9. Каковы цели обучения геометрическому моделированию?
10. Что должен знать современный специалист в области геометрического моделирования?
11. Что должен уметь современный специалист в области геометрического моделирования?

Глава I. СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ. ОСНОВЫ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Геометрическая модель в *современном*, реализуемом на ЭВМ представлении, - математически точное описание формы, размеров, взаимного положения поверхностей проектируемой детали, положения ее в пространстве - объемная или трехмерная модель. Любой физический объект, в том числе и проектируемую деталь, можно представить в виде материального тела, ограниченного некоторой поверхностью. Поверхность эта может быть задана с помощью отдельных геометрических объектов.

Самым простым геометрическим объектом является *точка*. Из курса геометрии известно, что положение точки на плоскости можно задать, в частности, используя декартову систему координат.

Если взять несколько точек, то в той же системе координат можно представить дискретно положение кривой линии на плоскости. Изображение такой кривой будет состоять из непрерывного ряда точек. Если те же точки расположить не на плоскости, а в пространстве, то для определения их положения нужны уже 3 координатных оси.

Самая простая поверхность – плоскость может быть задана в пространстве тремя точками, которые не должны лежать на одной прямой.

Чтобы задать в пространстве более сложную поверхность, требуется больше точек. Однако из всей совокупности точек, определяющих поверхность, можно взять лишь те, которые лежат на кривых, принадлежащих этой поверхности (рис. 1.1).

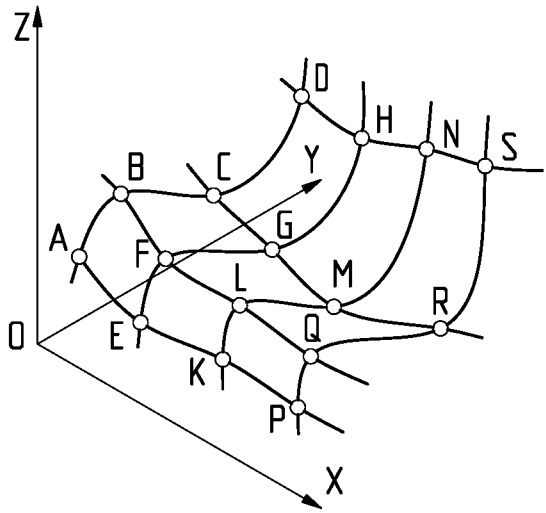


Рис. 1.1. Поверхность в прямоугольной системе координат

Эти кривые, расположенные в виде сетки (системы продольных и поперечных линий), называются *линиями каркаса поверхности.* Как уже отмечалось выше, линию каркаса (кривую линию) можно определить в пространстве, если определить положение каждой из принадлежащих ей точек. Вид кривой можно задать в каноническом виде - формулами, например, параболы, гиперболы и пр. или сплайнами.

Таким образом, любую сложную поверхность можно задать совокупностью принадлежащих ей точек, координаты каждой из которых точно заданы в трехмерном пространстве. Современные компьютерные системы геометрического моделирования (CAD-Computer Aided Design-системы) позволяют задать положение любой точки на поверхности модели с точностью менее 0,1 мкм, что на два порядка выше точности металлообрабатывающих станков.

Другими словами, теперь для расчета и получения геометрии проектируемой детали нанесение размерных сеток и сведений о взаимном расположении поверхностей, в принципе, не обязательно. Более того, геометрическая модель, заданная математически, не обязательно должна быть представлена графически.

Графическое представление (визуализацию на дисплее) математически точной модели детали используют для удобства ее проектирования и редактирования, просмотра смоделированных условий эксплуатации и процесса ее изготовления и контроля, соответствия ее геометрических параметров собираемому узлу. Однако графическое отображение геометрической модели на экране дисплея не дает математически точного представления о детали, что связано с необходимостью экономии ресурсов ЭВМ.

С другой стороны, современные системы геометрического моделирования могут представить (отобразить) объемную модель детали в виде ее плоской модели. Это позволяет автоматизировать выпуск традиционной технической (конструкторской и технологической) документации для необходимого согласования геометрических и негеометрических параметров детали со смежниками и их контроля после ее изготовления.

Описывать пространственную геометрическую модель совокупностью дискретных лежащих на поверхности точек очень громоздко, поэтому чаще для описания непрерывной поверхности детали используют методы математической интерполяции и аппроксимации. Эти методы лежат в основе способов *поверхностного* и *твердотельного* моделирования.

При *поверхностном* (или, как его часто называют, каркасно-поверхностном) моделировании важным является понятие каркаса. Под *каркасом,* как уже отмечалось, понимается пространственная конструкция в виде сетки продольных и поперечных пространственных кривых. Каждая из этих линий проходит через дискретные точки, лежащие на поверхности. Изменение положения точек в пространстве приводит к изменению геометрии линий. Существует множество способов математического описания этих линий, цель которых – интерполяция – максимальное приближение геометрии математически описываемой кривой к геометрии реальной (проходящей через заданные – полученные расчетным путем – точки поверхности) кривой.

Чаще всего каркас играет вспомогательную роль и служит основой для последующего построения поверхностей.

Аналогом геометрического моделирования поверхности методом аппроксимации порциями может служить способ получения изделий «папье-маше». При этом на предварительно изготовленную модель, например из пластилина, послойно наносят вымоченные в клеевом растворе кусочки тонкой бумаги, с той лишь разницей, что эти кусочки подгоняются не встык, как при поверхностном моделировании подгоняются отсеки (порции) тех или иных поверхностей, а располагаются внахлёст.

Элементы поверхностной модели никак не связаны друг с другом. Изменение одного из элементов не влечет за собой автоматического изменения других. Это дает большую свободу при моделировании, но одновременно усложняет работу с моделью.

Процесс создания каркасно-поверхностной модели заключается в последовательном построении нужных элементов каркаса и поверхностей. При этом лишь в простейших случаях сначала строится весь каркас, а потом все необходимые поверхности. Часто поверхности сами используются для получения пространственных кривых. Например, можно получить пространственную кривую как линию пересечения двух поверхностей. Эта кривая, в свою очередь, может быть использована для построения другой поверхности и т.д.

Поверхностное моделирование используется для модели-рования деталей с особо сложной конфигурацией. Для этого в виде лоскутов «сшиваются» различно математически описываемые фрагменты поверхностей, такие как аналитические – линейчатые, вращения, кинематические, и др., или аппроксимирующие. Аппроксимирующие поверхности строятся на основе аппрок-симирующих кривых – сплайнов (Безье, Грегори, NURBS и пр., которые, в свою очередь, определяются заданием контрольных точек продольных и поперечных сечений).

Поверхность – пространственный геометрический элемент, определяющий границу тела, хотя самого понятия «тело» в режиме поверхностного моделирования не существует, даже если поверхности ограничивают заданный объем. В этом состоит наиболее важное отличие поверхностного моделирования от твердотельного.

Твердотельное моделирование в своей основе существенно отличается от поверхностно-каркасного моделирования. Твердотельная модель содержит наиболее полную информацию о трехмерном объекте, так как описывает его с учетом его внутренней и внешней области, то есть для любой точки пространства можно однозначно определить, находится ли она вне объекта, на поверхности объекта или внутри объекта. Поэтому в твердотельной модели различают внутреннюю и внешнюю стороны поверхности (В–поверхность и А–поверхность). Для того чтобы можно было корректно реализовать все функции объемного проектирования, в частности логические (булевы) операции, необходимо выполнение для участвующих в них элементов трех основных условий: невырожденности (когда отсутствует "слипание" поверхности ее внутренней и внешней стороной), ограниченности в пространстве и замкнутости их поверхностей. При изменении любого входящего в модель элемента изменяются все другие элементы, которые связаны с ним. В результате изменяется форма твердого тела, но его целостность сохраняется.

Для отображения на экране поверхность твердого тела аппроксимируют "фасетками" – плоскими, цилиндрическими или произвольной формы гранями, которые пересекаются между собой по ребрам или кромкам. В общем случае ребра могут быть прямыми, дугами или сложными пространственными кривыми. Точность отображения поверхности твердого тела определяется степенью ее аппроксимации гранями.

Независимо от режима визуализации (каркасного или поверхностного) модель остается твердотельной.

Твердотельное моделирование предполагает возможность установления параметрических зависимостей между элементами твердого тела или нескольких тел. При этом изменение одного из параметров приводит к соответствующей перестройке всех параметрически связанных элементов. Такое моделирование называемое *параметрическим,* предоставляет конструктору дополнительные удобства.

В последнее время практическое применение получило *гибридное* моделирование. При гибридном моделировании можно одновременно работать с твердотельными объектами и поверхностями. Гибридное мо-

делирование сочетает в себе все достоинства твердотельного моделирования с возможностью построения объектов сколь угодно сложной формы.

В различных системах могут быть реализованы как некоторые из перечисленных способов моделирования, так и все из них.

На рис.1.2 представлен фрагмент объемной модели газотурбинного двигателя. Как видно из рисунка, объемная модель состоит из отдельных моделей гаек, штуцеров, шпилек, болтов, валов, фланцев, дисков, лопаток, корпусных деталей и пр. Модели деталей получены твердотельным, поверхностным и гибридным моделированием.

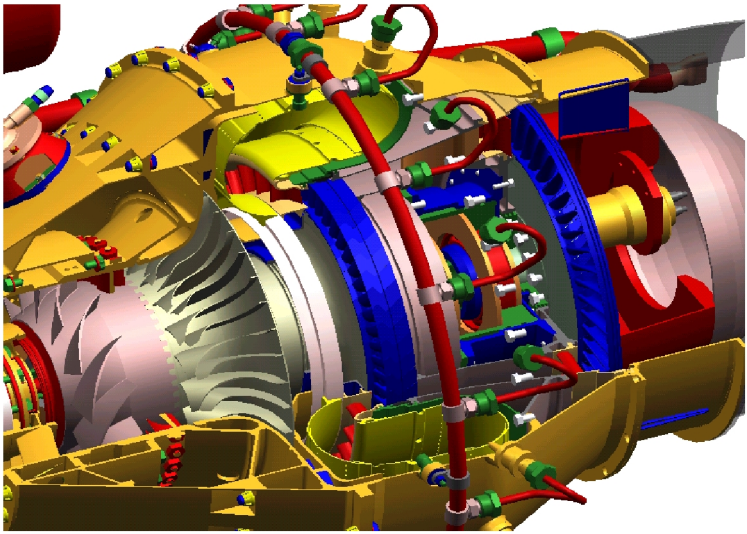


Рис. 1.2. Модель газотурбинного двигателя

Такие и подобные им модели Вы научитесь строить, изучив содержание последующих разделов.

1.1. Основы и практика 3D моделирования

Требования к знаниям и умениям современного специалиста в области геометрического моделирования, способного работать в среде современных CAD/CAM систем, изложены во введении. Практическая часть освоения основ геометрического моделирования на ПЭВМ состо-

ит из ряда уроков. Выполнение основной части каждого из уроков рассчитано на 2 академических часа.

Установите систему ADEM 3.03 на Ваш компьютер. Для этого воспользуйтесь дистрибутивом и инструкцией по установке, которые размещены на сайте ADEM в сети Internet по адресу: www.adem.ru

Урок 1

Цель урока: Изучение возможностей просмотра объемных геометрических моделей в среде модуля ADEM3D.

1.1.1. Отображение БЭФ

До начала работы с системой ADEM создайте папку с Вашим именем, в которой будут храниться файлы с созданной Вами в процессе работы информацией. При этом имена папки и файлов должны состоять не более чем из 8-и знаков и содержать цифры и буквы только латинского алфавита.

Для успешного овладения обязательной частью урока в любой момент времени - в начале, в процессе выполнения или по завершении заданий урока - Вы можете просмотреть видеофильм, запустив файл ...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\Урок_1.avi.

Запуск системы осуществляется любым стандартным способом запуска приложений для установленной версии Windows. При этом на экране монитора появляется функциональное меню модуля ADEM2D системы (рис. 1.3).

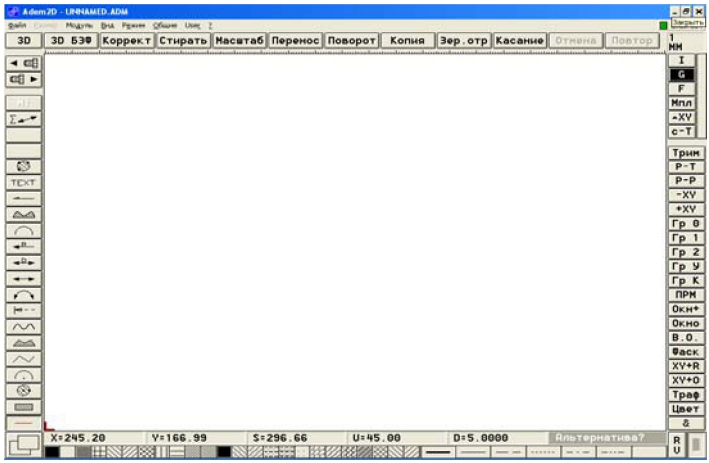


Рис.1.3. Меню ADEM2D

1.1.2. Вход, выход и управление курсором

Обратите внимание на указатель (курсор) в виде стрелки. Перемещение курсора может осуществляться как с помощью устройства “мышь” (в дальнейшем по тексту просто мышь), так и с помощью клавиатуры. При помощи цифровой клавиатуры Вы можете перемещать курсор с заданной величиной шага. Вы можете изменять величину шага движения курсора в любой момент, например, при создании и редактировании элементов.

Для работы в среде модуля 3D выберите команду “Модуль ADEM3D” из меню “Модуль”.

При этом на экране монитора появляется меню системы – ADEM3D (рис. 1.4).

Рабочее поле модуля ADEM3D окружено полями функционального меню (см. приложение).

Вы можете отобразить или скрыть строку состояния нажатием клавиши <**S**>.

Значение шага движения курсора отображается в строке состояния и по умолчанию установлено **5** миллиметров.

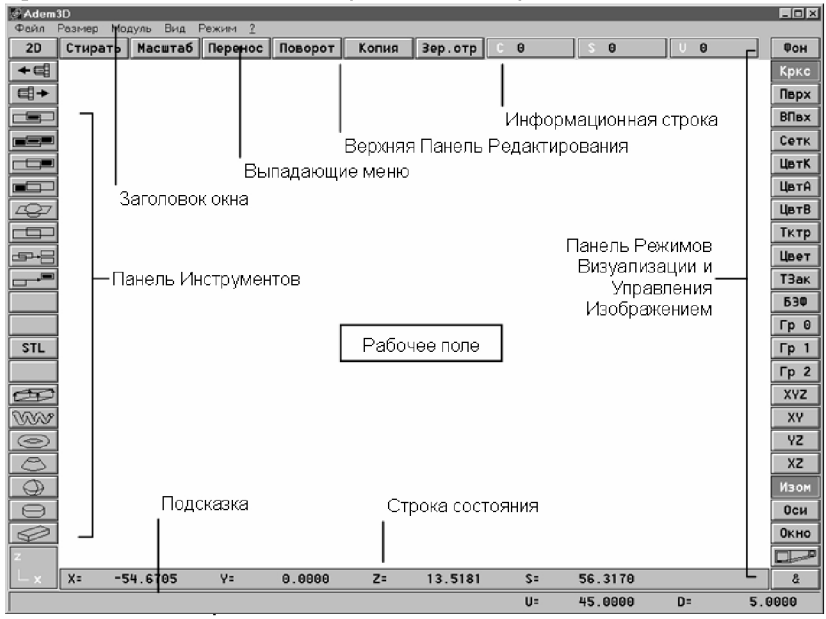


Рис. 1.4. Меню ADEM3D

Чтобы задать шаг движения курсора, нажмите клавишу <**D**> на клавиатуре или щелкните левой кнопкой мыши на поле **D** в строке состояния. Внизу окна ADEM появится строка ввода значений. Введите новое значение шага курсора и нажмите кнопку "OK" или клавишу <**Enter**>. Попробуйте ввести несколько значений шага перемещения указателя и возвратитесь к его исходному значению.

Начало координат системы находится в центре рабочего поля (его можно увидеть, если нажать клавишу <**O**> клавиатуры). Убедитесь в этом, нажав <**Home**>. Когда курсор установится в начало координат, значения X,Y,Z строки состояния курсора обнулятся. Положение курсора на рабочем поле можно задать, вводя численные значения координат <**X**>,<**Y**>,<**Z**> так же, как значение шага перемещения курсора. Установите курсор в точку с координатами X = 50, Y = -70 (значение по Z останется равным нулю, так как в этом случае ось Z перпендикулярна плоскости экрана, см. указатель в нижнем левом углу экрана).

1.1.3. Закраска экрана, чтение и удаление модели с рабочего поля

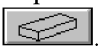
Кнопки Кркс и XY на панели **Режимов визуализации** "нажаты" по умолчанию. (Если они не оказались включенными или если включены другие поля, их следует включить, нажав на них курсором).

В режиме подсказок, при наведении указателя мыши на кнопку меню, высвечивается подсказка, содержащая полное название данной операции или команды. Режим подсказок активизируется командой "Подсказка" из меню ?.

Произведите закраску рабочего поля экрана последовательно голубым, серым, черным и белым цветом. Для этого нажмите кнопку Фон и выберите необходимый цвет в выпадающем меню палитры цветов.

Алгоритм (последовательность действий) построения 3D моделей примитивов (спирали, тора, конуса, сферы, цилиндра и параллелепипеда), заданных в ADEM3D своими параметрами (см. нижнюю часть левого столбца меню) рассмотрим на примере построения модели параллелепипеда:

1.Укажите курсором на кнопку  . В прямоугольнике на желтом фоне появится подсказка "Параллелепипед". Она свидетельствует о том, что "нажав" на эту кнопку, можно создать объемную модель параллелепипеда, введя его параметры.

2.Нажмите на кнопку  .

3.Введите параметры (значения длины, ширины и высоты). В подменю параметры параллелепипеда, по умолчанию, указаны равными 100 мм. Оставьте их без изменений. В этом случае в качестве объемной модели будет построен куб.

4.Нажмите "ОК" подменю.

На рабочем поле будет представлена модель куба в проекции XY в каркасном отображении (нажата кнопка Кркс). Обратите внимание на счетчики, находящиеся на рабочем поле базовых элементов формы (БЭФ) – S и объемных элементов (ОЭ) - U, расположенные в информа-

ционной строке экрана (вверху справа). Если Вы правильно, только 1 раз построили модель куба, то счетчики показывают: S=1, U=1. Удалите БЭФ “куб” с рабочего поля экрана. Для этого нажмите на кнопку Стирать. На запрос системы ответьте утвердительно (<**Y**> или левая клавиша мыши). Счетчики БЭФ и ОЭ вновь будут показывать нулевые значения.

1.1.4. Отображение модели в проекциях

Вновь создайте модель куба. Последовательно включите режимы поверхностного отображения модели Пврх и сетки каркаса на поверхности Сетк. Представьте ее в четырех проекциях, нажав кнопку XYZ. На рабочем поле будет представлен комплексный чертеж и аксонометрия (в нижнем правом углу) куба (рис. 1.5).

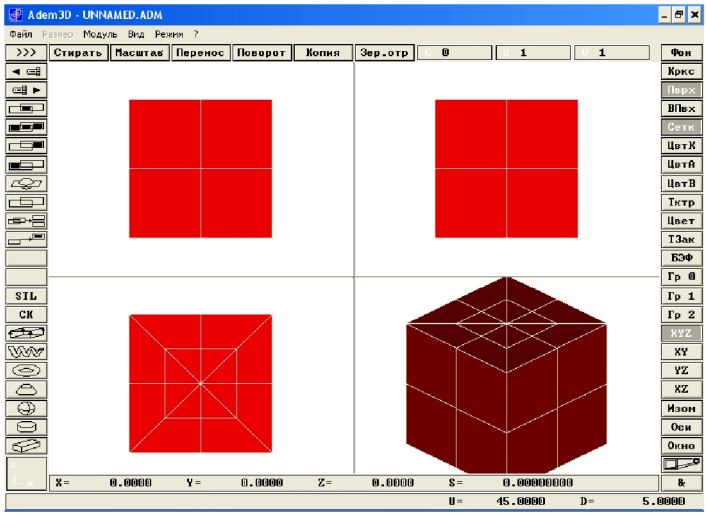


Рис.1.5. Объемная модель куба в проекциях

Комплексный чертеж состоит из трех проекций куба. Нажмите <**Home**>. Курсор установится в начало координат - точку **О.** Влево от нее направлена ось X, вниз и вправо - ось Y и вверх - ось Z. Таким образом, на комплексном чертеже представлены виды куба спереди (проекция XOZ), сверху (проекция XOY) и слева (проекция YOZ). Последова-

тельно просмотрите эти проекции отдельно, нажимая на кнопки XZ, XY, YZ и Изом.

Положение БЭФ или ОЭ в аксонометрии можно изменить путем изменения положения в пространстве связанных с ним осей. Включите режим “Пользовательская система координат” СК. На запрос системы “Укажите элемент” расположите курсор на изображении куба, нажмите левую клавишу мыши и в качестве подтверждения нажмите левую клавишу мыши еще раз. Центр пользовательской системы координат устанавливается в центр БЭФ. Для отключения режима “Пользовательская система координат” следует нажать на поле СК повторно.

Теперь включите режим изменения положения аксонометрических осей, нажав кнопку Оси. Для установки центральной точки в центр БЭФ нажмите последовательно <**Home**> и <**Пробел**> (рис. 1.6).

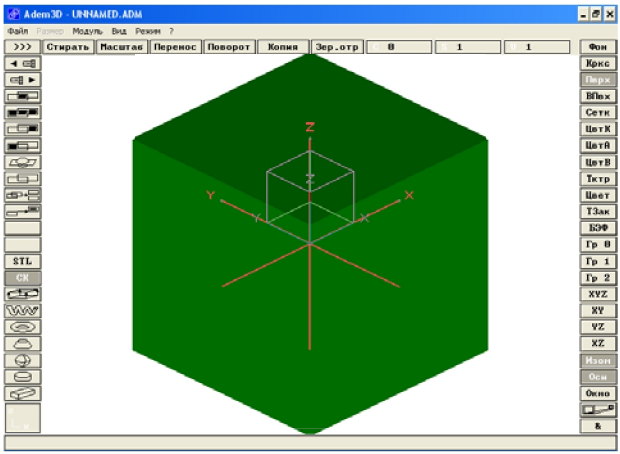


Рис. 1.6. Объемная модель куба в аксонометрии

Изменяя положение осей куба, получите в режиме аксонометрии (кнопка Изом нажата) последовательно изображения вида куба спереди, его вида сверху и вида куба слева. Чтобы получить точные проекции куба, необходимо управлять осями с помощью клавиш со стрелками на клавиатуре (а не мышью), изменяя при необходимости численные зна-

чения шага изменения углов (<**D**>). При введении значений шага в качестве разделителя целой и дробной частей числа используйте точку, а не запятую.

Правильность выполнения этого упражнения можно проверить, включая режимы отображения проекций XZ, XY,YZ.

Чтобы вернуть аксонометрическую проекцию в исходное положение, нажмите <**Home**>.

Для выхода из режима 

нажмите <**Esc**>. Кнопка 

должна при этом “отжаться”.

<u>Задания для упражнений</u>

Для закрепления навыков работы рекомендуем проделать перечисленные выше действия с остальными, представленными в системе в виде БЭФ моделями, которые заданы своими параметрами (цилиндром, сферой, конусом, тором и спиралью). Параметрами цилиндра являются высота и радиус его основания, сферы – величина ее радиуса, конуса – высота и радиусы верхнего (радиус1) и нижнего (радиус2) оснований, тора – радиусы направляющей (радиус1) и образующей (радиус2), спирали – радиусы начального (С1) и конечного (С2) сечений, радиусы первого (радиус1) и последнего (радиус2) витков, количество витков, а также расстояние между ними (высота).

Для прочтения модели тора (созданной заранее) из файла нажмите на кнопку  . В появившемся окне откройте список (папку) BSF, выберите файл bublik.bsf и нажмите “ОК”. Модель тора - “лежащего бублика ” в каркасном отображении появится на рабочем поле.

Теперь представим проекцию тора в аксонометрии (нажать кнопку 

).

Представьте геометрическую модель тора в перспективной проекции. Для этого нажмите кнопку  на панели **Режимов визуализации** и введите расстояние до наблюдателя последовательно равным 200 и 100 мм.

Вернемся к геометрической модели тора в параллельной проекции. Для этого повторно нажмите кнопку  , тем самым отключив режим перспективной проекции.

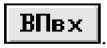
1.1.5. Работа с цветовой палитрой

Рассмотрим возможности объемно-графического редактора закрашивать каркас, внутреннюю и наружную поверхности модели различными цветами.

Назначьте желтый цвет каркаса тора (нажав кнопку 

панели **Режимов визуализации** и выбрав желтый цвет), цвет А-поверхности (наружной поверхности тора) – зеленый, цвет В-поверхности (внутренней поверхности тора) - сиреневый (нажав последовательно кнопки 

и 

, выбрав соответствующие цвета). Для отображения внутренней поверхности модели нажмите кнопку 

. При отрисовке изображения тора на компьютерах с низким быстродействием в этом случае видно, что кроме желтого каркаса отображается его сиреневая внутренняя поверхность и зеленая наружная поверхность (рис. 1.7).

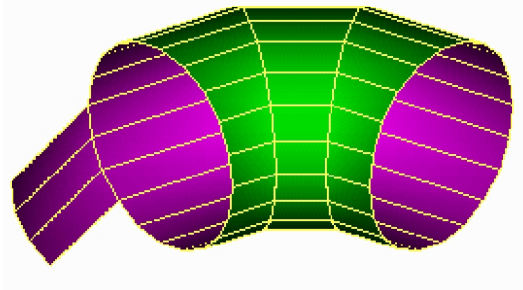


Рис.1.7 Отображение каркаса, наружной и внутренней поверхностей модели

Теперь произведите инверсию поверхностей (рис.1.8), нажав кнопку  в левом столбце и ответив утвердительно <Y> или левой кнопкой мыши.

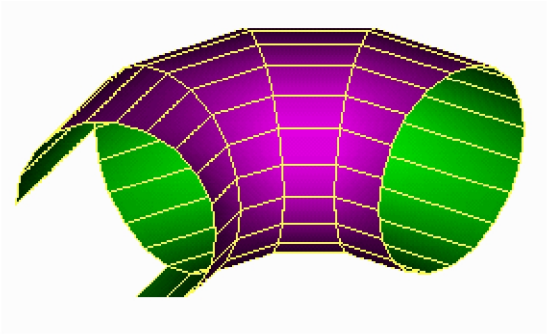


Рис. 1.8. Инверсия поверхностей модели

Произведите обратную инверсию в той же последовательности действий. Отобразите геометрическую модель тора в аксонометрии последовательно без каркаса, отжав Сетк, и без внутренней поверхности, отжав ВПвх на панели **Режимов визуализации**.

Обратите внимание, что отрисовка модели в этом случае происходит быстрее.

1.1.6. Типы закраски наружной поверхности геометрической модели

Представьте геометрическую модель тора в поверхностном однотоновом отображении (нажав ТЗак и выбрав в подменю поле “Однотоновая”). Вид модели без каркаса в этом случае представляет собой невыразительное пятно - наглядность теряется. Несколько нагляднее однотоновая модель тора с каркасом (рис. 1.9).

Убедитесь в этом, нажав Сетк.

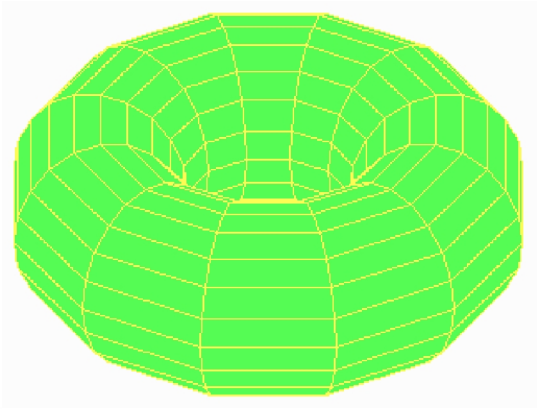


Рис. 1.9. Однотоновая закраска с каркасом

Еще нагляднее выглядит модель с матричной закраской поверхности. За счет различной плотности распределения точек на наружной поверхности в соответствии с общепринятым условием освещения объекта, когда источник света располагается сверху, слева и сзади наблюдателя. Представьте модель тора в поверхностном отображении с матричным типом закраски с каркасом (рис. 1.10) и без него (последовательно нажав ТЗак, “Матричная” и т.д.).

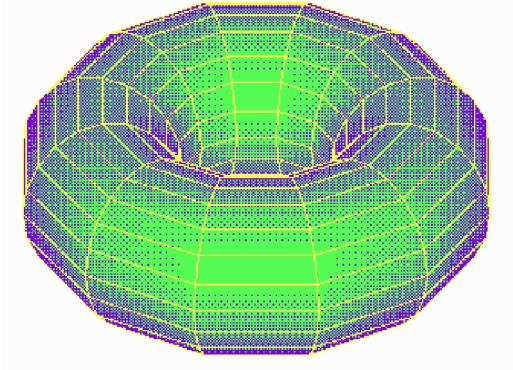


Рис. 1.10. Матричная закраска с каркасом

Наглядность в полутоновом типе закраски с различными градациями интенсивности освещения достигается за счет распределения различного цвета окраски по поверхности (где освещенность объекта выше, там

светлее, где меньше - там более темные цвета палитры). Представьте модель тора в поверхностном полутоновом отображении с различными градациями освещенности с каркасом и без него (рис. 1.11) (последовательно нажав ТЗак, “Полутоновая”, “Материал 1” или “Материал 2” и т.д.).

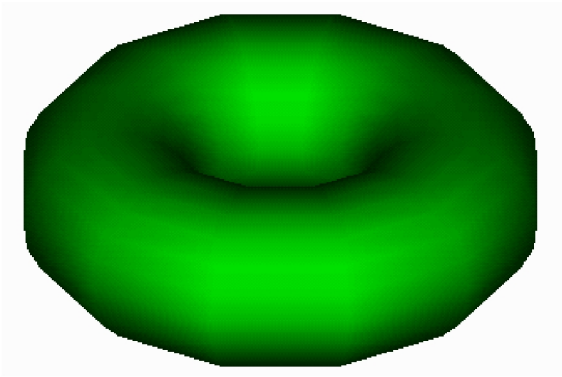


Рис. 1.11. Полутоновая закраска модели

Теперь научитесь представлять геометрическую модель тора с текстурой на поверхности.

Для этого нажмите кнопку ТЗак и установите флажок **текстура**, затем нажмите Тктр, в поле **Номер файла текстуры** введите 0 (номер файла представляет собой имя файла формата .pcx, например 0.pcx - “вишенки”), задайте количество повторений рисунка по горизонтали и вертикали равным единице с “пропорциональной” разверткой. Представьте модель с каркасом и без него (рис. 1.12).

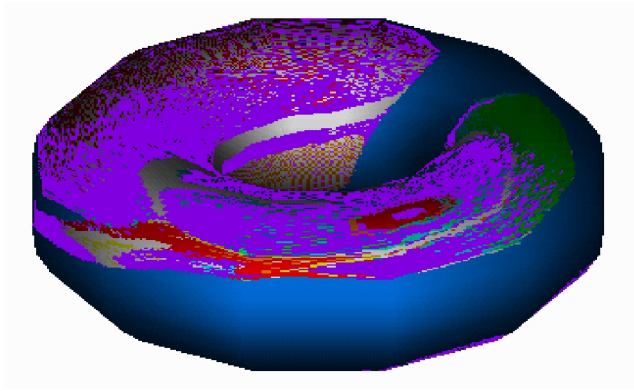


Рис.1.12. Полутоновая закраска модели с текстурой

Повторите аналогичные действия для того, чтобы представить геометрическую модель тора в матричном отображении с текстурой, используя файл 1.pcx (“роза”), с каркасом и без него в той же последовательности.

Для еще большей наглядности получения так называемого фотореалистического изображения модели используют полутоновое цветовое отображение при установленном 16–цветном режиме. Просмотрите и Вы такую модель. Для этого необходимо загрузить одну из стандартных цветовых палитр. Они находятся в папке …\ADEM3.03\3-D. При этом полутоновая закраска будет выполняться набором из 12 цветов.

Чтобы загрузить палитру:

1. Выберите команду "Открыть" из меню **Файл**. Откроется диалог "Открыть файл".
2. Из списка типов файлов выберите "Файл палитры (*.pal)".
3. Выберите нужную цветовую палитру и нажмите кнопку "OK".

Чтобы восстановить обычный цветовой набор, загрузите палитру STANDARD.PAL.

Урок 2

Цель урока: Приобретение навыков работы с аффинными преобразованиями одного и группы БЭФ.

1.1.7. Работа с окнами

Перед тем как приступить к работе с аффинными преобразованиями, целесообразно освоить работу с "окнами". Под работой с окнами подразумеваются операции приближения (увеличения размеров) и отдаления (уменьшения размеров) изображений БЭФ с целью удобства их просмотра на рабочем поле. Эти операции могут быть выполнены при нажатии клавиш **<Q>, <W>, <E>, <R>, <Ctrl+R>, <V>, <Ctrl+W>** (см. приложение).

В любой момент времени Вы можете просмотреть видеофильм, запустив файл ...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\Урок_2.avi, и ознакомиться с последовательностью выполнения обязательных заданий.

Войдите с модуль 3D системы ADEM, прочтите из списка BSF файл Piramida.bsf и представьте его для просмотра в полутоновом отображении в аксонометрии на рабочем поле (рис. 1.13).

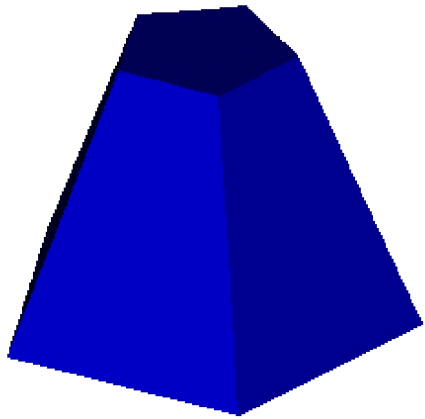


Рис. 1.13. Усеченная пирамида в изометрии

Приблизьте его, увеличив в 2 раза (<**W**>) (рис.1.14). Увеличьте его еще в 2 раза (<**W**>).

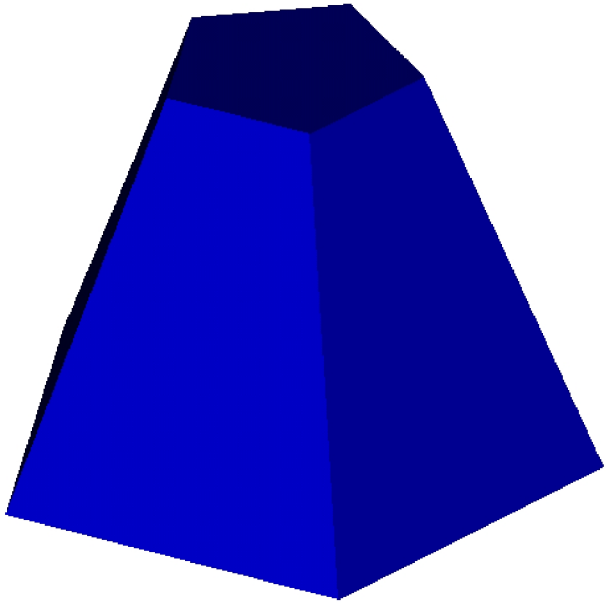


Рис.1.14. Увеличенное изображение пирамиды

Возвратитесь к исходному изображению усеченной пирамиды (<**R**>). Теперь отдалите изображение, уменьшив его в 2 раза (<**E**>). Стяните его в точку, получив «предельный масштабный коэффициент» (многократно нажимая <**E**>). Вернитесь к исходному изображению пирамиды ("ОК", <**R**>). Просмотрите область, прилегающую к верхнему основанию пирамиды, воспользовавшись <**Q**>.

Используйте еще одну возможность просмотра участка объекта крупным планом. Нажмите на поле Окно (в правой колонке меню) и на запрос системы о поле окна заключите нужный участок в область прямоугольника, указав последовательно курсором концы его диагонали. При этом изображение рассматриваемого участка увеличивается во столько раз, во сколько площадь прямоугольника меньше площади рабочего поля на экране.

1.1.8. Аффинные преобразования БЭФ

К аффинным (конформным) преобразованиям геометрических объектов относятся операции переноса, поворот, масштабирование, копирование, зеркальное отображение. На рис. 1.15 в виде схемы представлена последовательность выполнения преобразований (алгоритмы) с объемными моделями и их элементами.

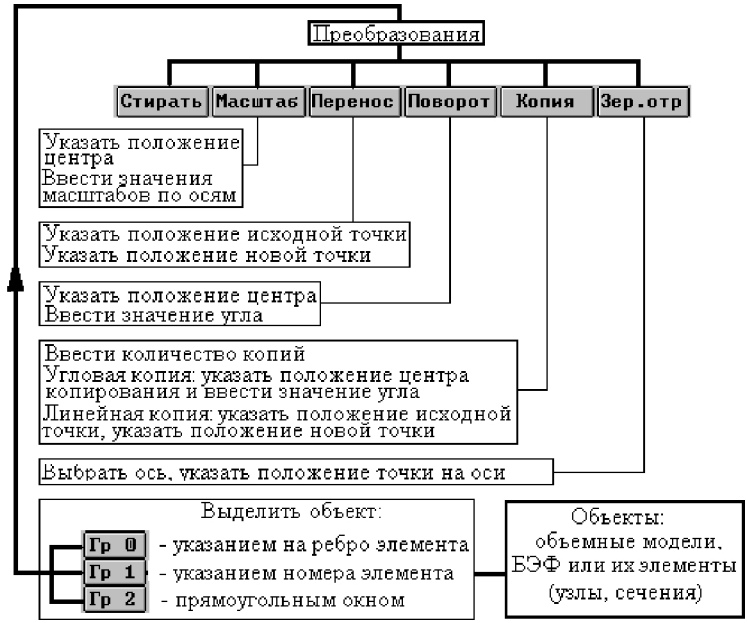


Рис.1.15. Сводная схема алгоритмов преобразований объемных моделей и их элементов

1.1.8.1. Работа с одним БЭФ

Начните выполнять аффинные преобразования на примере той же модели пятиугольной усеченной пирамиды. Так как конформные преобразования объемной геометрической модели в модуле 3D выполняются относительно трех осей, а рабочее поле плоское, то есть содержит 2 оси, то для выполнения тех или иных преобразований на плоском рабочем поле необходимо использование только одной из трех проекций: XOZ, XOY или ZOY.

Представьте модель пирамиды в четырех видах (XYZ) (рис. 1.16).

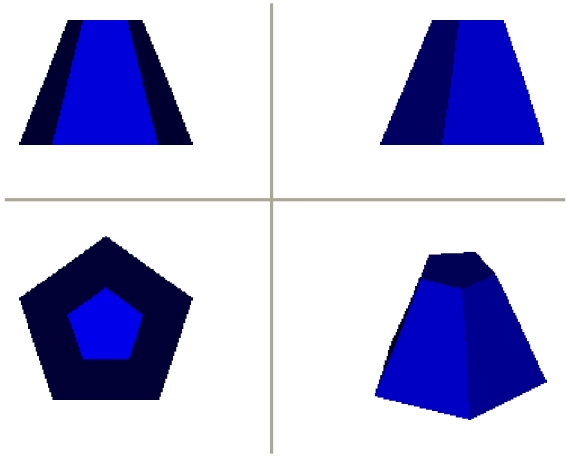


Рис.1.16. Пирамида в четырех видах

В исходном положении она располагается вертикально. Теперь поверните ее в горизонтальное положение так, чтобы верхнее основание оказалось слева (рис. 1.17).

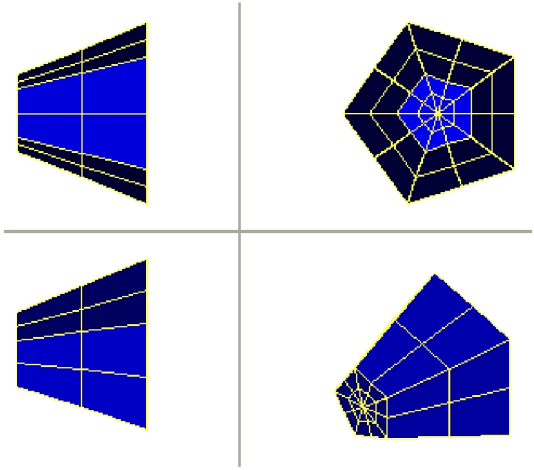


Рис.1.17. Результат поворота

Для этого поверните модель вокруг оси Y на угол 90^0 против часовой стрелки (в плоскости, параллельной XOZ): XZ, Пврх, Сетк, Поворот, на запрос системы о центральной точке – нажмите <**Home**>, левую клавишу мыши или <**Пробел**>, наберите и введите значения угла 90^0 (<**9**>, <**0**>, <**Enter**>). На повторный запрос системы о центральной точке, если Вы больше не хотите продолжать поворачивать модель, ответьте нажатием <**Esc**>. Теперь просмотрите модель пирамиды в новом положении в четырех проекциях XYZ (см. рис.1.16). Возвратите модель пирамиды в исходное положение: XZ, Поворот, на запрос системы о центральной точке – нажмите <**Home**>, наберите и введите значения угла – минус 90^0 (<->, <**9**>, <**0**>, <**Enter**>).

Теперь передвиньте модель пирамиды в плоскости XOZ влево-вниз: XZ, Перенос, на запрос системы о начальной точке – нажмите <**Home**>, <**Пробел**>, в ответ на запрос о конечной точке - точка на поле левее и ниже центра экрана. Просмотрите модель пирамиды в четырех проекциях после ее переноса (XYZ). Удалите модель пирамиды с рабочего поля (Стирать,<**Y**>) и вновь прочтите тот же файл (piramida. bsf) из папки “BSF”.

Произведите масштабирование геометрической модели пирамиды. Для увеличения ее геометрических размеров вдоль осей необходимо вводить значения коэффициентов масштабирования больше единицы, для уменьшения - меньше единицы. При необходимости оставить размеры геометрической модели прежними коэффициенты масштабирования по осям должны быть равными единице.

Просмотрите модель пирамиды в аксонометрии (Изом). Включите режим масштабирования (Масштаб). Относительно центра модели (<**Home**>) введите (**<Enter>**) значения коэффициентов масштабирования по осям соответственно OX=0.5, OY=1.5, OZ=2. При наборе значений коэффициентов масштабирования следите за тем, чтобы после целой части вводимого числа стояла точка. На повторный запрос системы о центральной точке, если Вы больше не хотите продолжать работу с моделью, нажмите <**Esc**>. Теперь в аксонометрической проекции пред-

ставлена модель пирамиды, деформированная вашими действиями (рис.1.18).

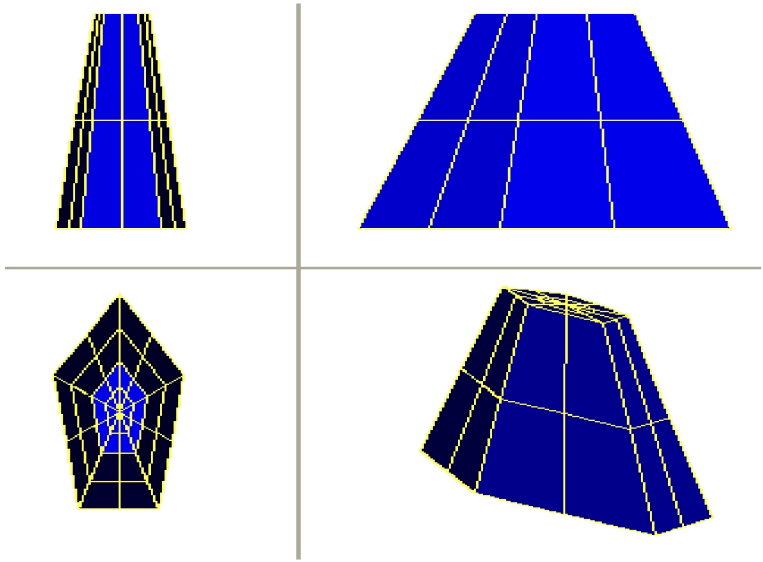


Рис.1.18. Масштабирование по осям

Удалите деформированную модель пирамиды с рабочего поля (Стирать,<**Y**> или левая кнопка мыши) и вновь прочтите тот же файл (Piramida.bsf) из списка “BSF”.

Рядом с моделью пирамиды на той же высоте расположите еще одну такую же модель, воспользовавшись линейным копированием (рис.1.19).

Для этого представьте модель в плоскости XOY (XY). Включите режим копирования (Копия).Число копий введите равным единице (<**1**>, <**Enter**>). На запрос системы ответьте, указав на подменю “линейная”. Исходную точку укажите в центре экрана (<**Home**>, <**Пробел**>), конечную точку укажите, переместив курсор левее и выше исходной модели (<**D**>, <7>, <**5**>, <**Enter**>,

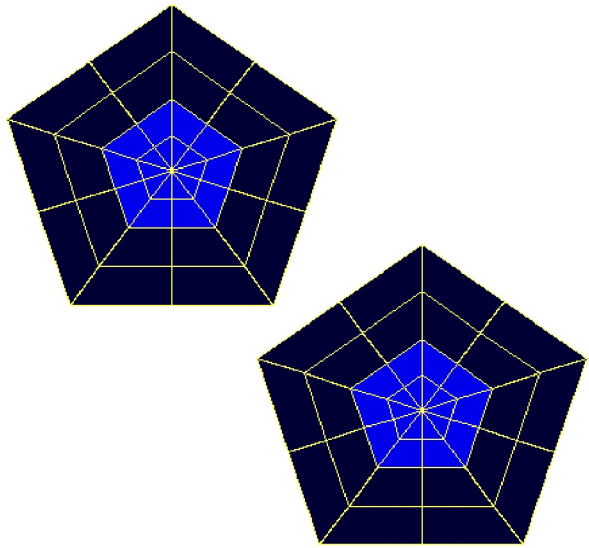


Рис.1.19. Линейное копирование

<7>). Нажмите <**Пробел** > и <**Esc**>.

Чтобы получить несколько моделей, развернутых относительно друг друга на некоторый угол, нужно воспользоваться угловым копированием. На рис.1.20 на одинаковой высоте и одинаковом расстоянии от центра рабочего поля расположено четыре модели пятиугольной пирамиды.

Произведите угловое копирование. Для этого удалите с рабочего поля предыдущие модели (Стирать,<**Y**>) и вновь прочтите из списка файл Piramida.bsf (один раз). Представьте модель в плоскости XOY (XY), включите режим переноса (Перенос) и перенесите модель из центра рабочего поля влево - вверх (исходная точка - <**Home**>, <**Пробел**>, конечная точка - левее и выше центра рабочего поля, <**Пробел**>,<**Esc**>). Включите режим копирования (Копия).

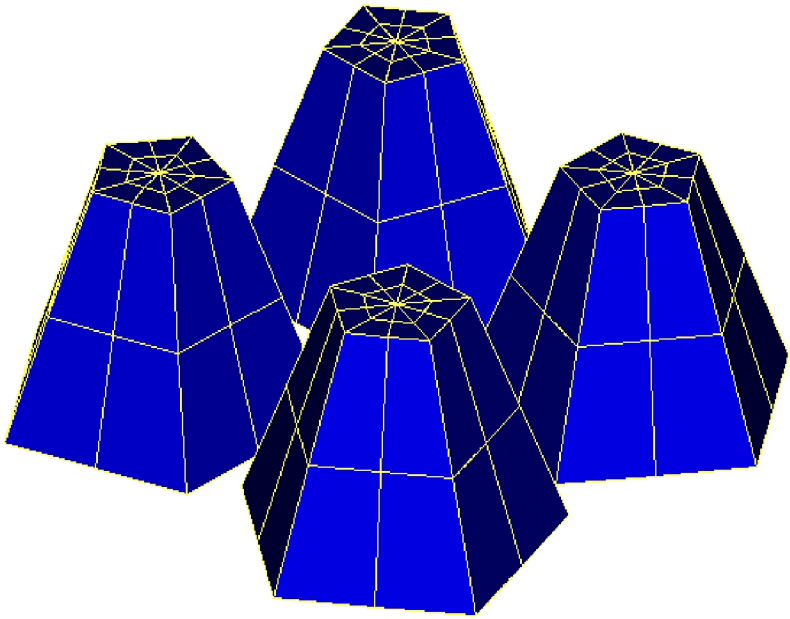


Рис.1.20. Результат углового копирования

Число копий введите равным трем (<**3**>, <**Enter**>). На запрос системы ответьте, указав на подменю “угловая”, и нажав <**Enter**>. Центральную точку укажите в центре экрана (<**Home**>, <**Пробел**>). Угол поворота введите равным 90° (<**9**>, <**0**>, <**Enter**>,<**Esc**>). Просмотрите результат произведенных действий в аксонометрии и запишите полученный Вами комплекс из четырех моделей в архив.

Чтобы записать ту или иную модель в каталог, включите режим записи файлов *.bsf  , выберите папку, куда Вы хотели бы сохранить информацию, присвойте имя записываемому файлу (не более 8 букв латинского алфавита) и нажмите “ OK ”.

1.1.8.2. Работа с группой БЭФ

В практике создания сложных геометрических моделей очень часто приходится работать сразу с несколькими БЭФ.

Для работы с одним или несколькими элементами (группой элементов) из числа всех элементов, находящихся на рабочем поле, в системе

предусмотрена возможность их выделения (включения в группу). Выделить отдельный элемент из нескольких элементов можно либо путем указания курсором на его изображение (выделение «по ребру»), либо по его номеру, либо заключением его изображения в площадь прямоугольника (или прямоугольников), который строится с помощью курсора по концам диагонали. Номер присваивается последовательно каждому из считываемых из списка файлов элементу в порядке его считывания. Возможность выделения элементов появляется при нажатии соответствующего поля меню: указанием на изображение - Гр 0, по номерам элементов - Гр 1, с помощью прямоугольников - Гр 2.

Рассмотрим работу с группой БЭФ на примере построения композиции из пяти одинаковых конусов, представленной на рис.1.21.

Для развития и проверки уровня Вашего пространственного воображения попробуйте решить поставленную задачу самостоятельно. Однако ниже приводится рациональная последовательность необходимых действий.

Последовательно пять раз считайте изображение конуса, введя его параметры: высоту 70, радиус нижнего основания 20 (радиус1 равен нулю). Обратите внимание на счетчики находящихся на рабочем поле элементов (S=5 и U=5).

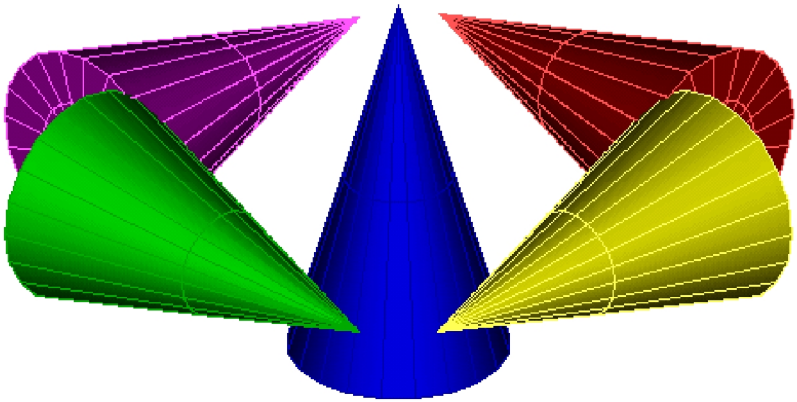


Рис.1.21 Композиция

Включите режим поверхностного отображения моделей в четырех проекциях (Пврх, XYZ). На экране видно, что модели всех пяти конусов накладываются друг на друга, поэтому выделить какую либо модель из пяти возможно, в данном случае, только используя режим Гр 1 (по ее номеру считывания на рабочее поле).

Выделите модель второго конуса (модель первого конуса по заданию должна остаться на месте): нажмите Гр 1, на запрос системы о начальном элементе введите число 2 (<**2**>,<**Enter**>), по запросу о конечном элементе введите также число 2. Так как больше никаких элементов выделять не нужно, на повторный запрос о номере начального элемента нажмите <**Esc**>.

Закрасьте выделенную модель конуса в зеленый цвет - одним цветом каркас, наружную и внутреннюю поверхности. Для этого нажмите последовательно Кркс, ЦвтА, ЦвтВ и в “меню выбора цвета” укажите нужный цвет.

Переместите модель второго конуса влево (XY, Перенос, исходная точка - <**Home**>, <**Пробел**>, конечная точка - 9 нажатий клавиши со стрелкой влево, т.к. шаг перемещения курсора = 5 мм, <**Пробел**>).

Просмотрите результат перемещения модели второго конуса в четырех проекциях.

Выполните аналогичные действия для закраски модели третьего конуса в красный цвет и переноса ее на такое же расстояние (как модели второго конуса) от исходной точки вправо, закраски модели четвертого конуса в сиреневый цвет и переноса ее на ту же величину назад, закраски пятой модели в желтый цвет и перемещения ее вперед. Не забывайте каждый раз просматривать полученное изображение в четырех проекциях.

Модель конуса в центре закрасьте в синий цвет.

Теперь в соответствии с заданием поверните модели.

Просмотрите композицию из моделей конуса в четырех проекциях (XYZ). Если модель пятого конуса еще выделена Гр 1, можно сразу повернуть ее вокруг оси OX до горизонтального положения. Для это-

го в плоскости, параллельной плоскости ZOY (YZ), включите режим поворота (Поворот), в качестве центральной точки выберите центр рабочего поля (<**Home**>, <**Пробел**>) и введите значение угла поворота $+90^0$ (<**9**>, <**0**>, <**Enter**>).

Как уже было отмечено, выделять один или несколько элементов из группы моделей можно также с помощью прямоугольного окна. В этом случае не требуется все время помнить номер модели. Пока мы эту возможность не использовали, потому что модели были как бы "наложены" друг на друга. Теперь, когда они при просмотре в четырех проекциях расположены отдельно, для поворота вокруг оси OY выделим модель конуса сиреневого цвета, используя режим Гр 2.

Для этого нажмите XYZ, Гр 2, на запрос системы о поле окна в аксонометрии (там, где изображения моделей не наложены друг на друга) укажите курсором последовательно начало и конец диагонали прямоугольного окна так, чтобы в его поле попала хотя бы часть модели конуса желтого цвета. При этом каркас выделенной части станет серым.

Так как больше никаких моделей выделять не нужно, на повторный запрос системы о поле окна следует ответить отказом <**Esc**>.

Теперь включите вид на модели спереди (плоскость, параллельную XOZ) и произведите поворот в соответствии с заданием. Отключить режим работы с Гр 2 можно повторным нажатием на это поле. Для окончательного выполнения задания произведите аналогичные действия с сиреневой и зеленой моделями.

Произведите запись полученной композиции в свою папку в формате *.adm и в растровом формате *.bmp.Чтобы записать ту или иную модель в архив, включите "Файл", "Сохранить как", выберите папку, куда Вы хотели бы сохранить информацию, присвойте имя записываемому файлу (не более 8 букв латинского алфавита) и нажмите " OK ".

При этом предварительно убедитесь в том, что режимы выделения элементов Гр 0, Гр 1, Гр 2 выключены. Иначе Вы произведете запись только того, что было Вами предварительно выделено.

Задания для упражнений.

В качестве контрольного задания постройте модели элементарных ячеек твердого тела: простой кубической, объемно - центрированного куба и гранецентрированного куба, какие показаны на рис.1.22.

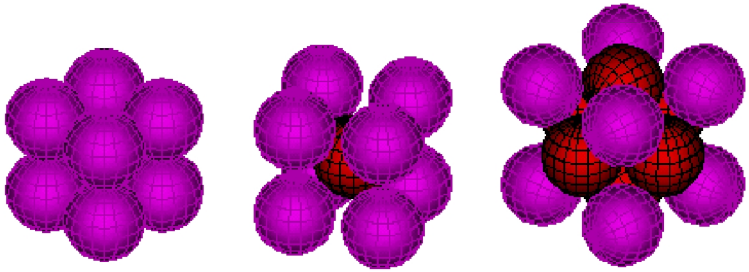


Рис.1.22. Модели элементарных ячеек

Урок 3

Цель урока: Приобретение навыков работы с топологическими преобразованиями БЭФ.

1.1.9. Топологические преобразования БЭФ

Геометрические модели, такие как линии и поверхности, могут быть заданы совокупностью точек, расположенных в пространстве по определенному закону.

Изменяя взаимное расположение этих точек в пространстве, можно получать геометрические объекты любой формы.

Вы видели, что модели пространственных геометрических объектов на плоскости (на рабочем поле экрана) могут быть представлены в каркасном или поверхностном отображении. Продольные и поперечные линии каркаса называют *сечениями.* Точки взаимного пересечения сечений - *узлами*.

Алгоритмы преобразований, в частности элементов БЭФ, каковыми являются узлы и сечения, представлены выше (см. рис. 1.15). Здесь следует отметить, что элементы БЭФ можно лишь переносить, поворачивать и масштабировать (копировать, стирать и зеркально отображать, естественно, нельзя).

1.1.9.1. Работа с узлами и сечениями БЭФ

Для выполнения преобразований, связанных с изменением топологии модели, и приобретения навыков работы с ее отдельными элементами (узлами) в качестве объекта возьмем отсек плоскости (рис. 1.23). Узлы (как уже было сказано) так же, как БЭФ, можно перемещать, масштабировать и поворачивать относительно выбранной точки.

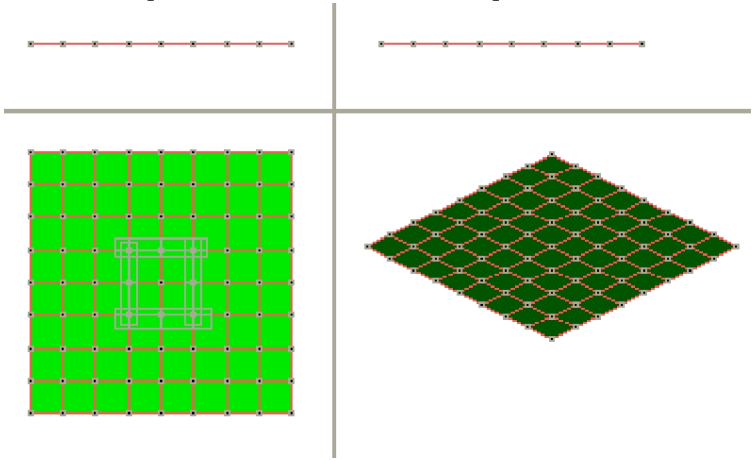


Рис. 1.23. Модель плоскости

Для успешного освоения обязательной части урока в любой момент времени - в начале, в процессе выполнения или по завершении заданий урока - Вы можете просмотреть видеофильм, запустив файл ...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\Урок_3.avi.

Войдите в модуль 3D системы ADEM, прочтите из списка BSF файл Ploskost.bsf и представьте его для просмотра в четырех проекциях в полутоновом отображении на рабочем поле (рис. 1.24). Нажмите <**M**> для визуализации узлов.

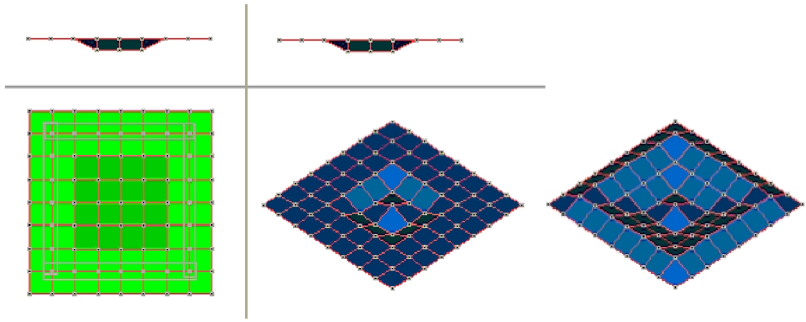


Рис. 1.24. Результаты переноса групп узлов

Включите режим [&], “Коррекция NURBS узлов”. На запрос системы “укажите БЭФ”, укажите курсором на любую точку аксонометрической проекции модели плоскости (см. рис. 1.23 внизу справа) и подтвердите свои действия (<**Y**>) на запрос “Этот элемент? Y/N”.

Включите режим выделения группы прямоугольными окнами ([Гр 2]) и выделите 8 узлов (см. вид сверху – XOY - на рис.1.24). Теперь включите вид спереди (XOZ) и перенесите выделенные узлы вниз на 10 мм ([XZ], [Перенос] и т.д.). На рис. 1.25 слева в четырех проекциях показан результат перемещения выделенных узлов. Дважды (отключите и вновь включите) режим [Гр 2] и прямоугольными окнами выделите новую группу узлов, так как показано на рис.1.24 слева на виде сверху. Перенесите на 10 мм вверх выделенные узлы. На рис. 1.24 справа в изометрии представлен результат произведенных действий.

Выделите центральный узел ([Гр 2]) и поднимите его на 30 мм так, как показано на рис. 1.25 слева.

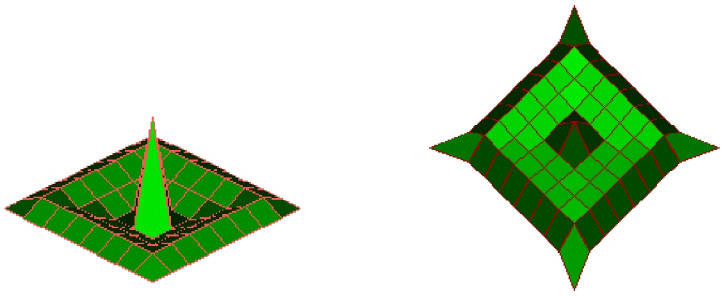


Рис. 1.25. Результат переноса центрального узла и масштабирования положения узлов

На рис.1.25 справа представлен результат масштабирования четырех узлов в углах относительно центральной точки. Произведите масштабирование узлов, действуя в следующей последовательности:

1.Активизируйте режим [Гр 2].

2.Заключите узлы в углах в прямоугольные поля.

3.Включите режим масштабирования ([Масштаб]).

4.На запрос системы в качестве центра масштабирования укажите начало координат (<**Home**>).

5.Последовательно введите значения коэффициентов масштабирования по осям (OX=1.2, <**Enter**>, OY=1.2, <**Enter**>, OZ= 1, <**Enter**>).

Отключите режим [&] и удалите БЭФ ([Стирать]).

Для приобретения навыков работы с сечениями построим модель композиции под условным названием “натюрморт”. Отдельные элементы натюрморта создадим из одной и той же исходной модели фрагмента цилиндрической поверхности, которую получим деформированием существующей в папке БЭФ и уже известной нам модели тора.

Представьте поверхностное отображение модели тора в аксонометрии ([Пврх], [Изом]). Для этого прочтите ([⌨→]) файл bublik из папки BSF и включите отображение узлов (<**M**>)(рис. 1.26).

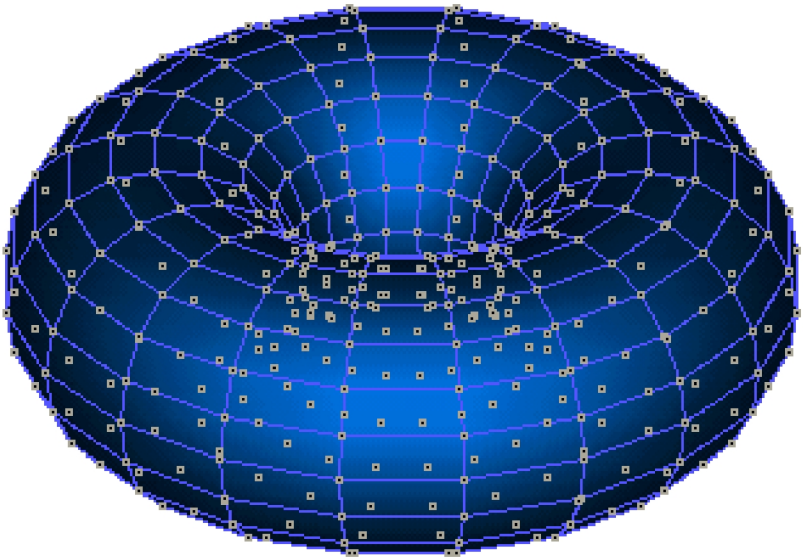


Рис. 1.26. Исходная модель тора

Для более быстрой работы с моделью представьте ее вид сверху в каркасном отображении (Кркс, XY). Модель тора в каркасном отображении представляет собой сетку, состоящую из продольных и поперечных окружностей. Радиально расположенные равного диаметра окружности повернуты друг относительно друга на угол 30° (13 сечений делят окружность на 12 равных частей - первое и последнее сечения совпадают, замыкая поверхность тора). “Расстыкуйте” модель, отделив первое сечение от последнего. Для этого необходимо выделить первое сечение по его номеру Гр 1 (т.к. нельзя заранее сказать, где они состыкованы) и перенести (Перенос) в любом направлении, например, вправо – вверх от исходного, взятого в любом месте рабочего поля положения (рис. 1.27).

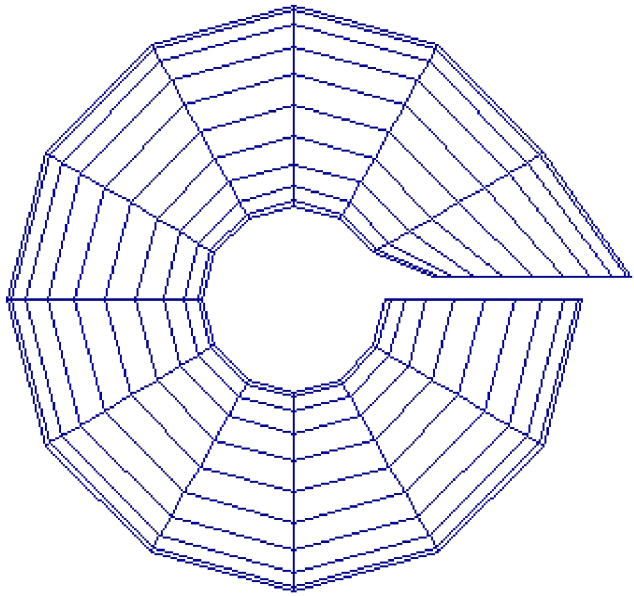


Рис. 1.27. Расстыкованный каркас модели тора

Однако прежде чем начать расстыковку, следует **дважды!** (такова особенность работы с сечениями моделей в модуле 3D ADEM 3.03) выполнить следующую последовательность действий:

-включить режим работы с сечениями ( , “Коррекция NURBS сечений”);

-на запрос “укажите БЭФ”, указать курсором на любую точку каркасной  проекции модели и подтвердить свои действия (<**Y**>) на запрос “Этот элемент ? Y/N”;

-система проинформирует о числе входящих в указанный БЭФ сечениях (их 13);

-так как деформированное нашими действиями отображение модели для работы с сечениями непригодно, нажать поле  (расположено посередине правого столбца меню) и повторить вышеуказанные действия (нажать  и т.д.).

Преобразуйте модель тора в модель фрагмента цилиндрической поверхности (Гр 1, N начального элемента = 1, N конечного элемента = 1, <**Esc**>, Перенос, преобразование “абсолютное”, исходная точка - <**Home**>, <**Пробел**>, конечная точка - положение курсора правее и выше центра рабочего поля, <**Пробел**>). Теперь поверните выделенное сечение так, чтобы оно расположилось вертикально (Поворот, преобразование “абсолютное”, центральная точка - верхний (крайний) узел первого сечения, <**C**>, угол поворота = +90°). Перенесите это сечение в верхний правый угол рабочего поля так, чтобы создаваемая модель фрагмента цилиндрической поверхности не накладывалась в дальнейшем на исходную модель тора. Расположите второе сечение на уровне первого и на 8 мм левее его. Второе и последующие сечения для этого можно выделять, используя Гр 2. Часть второго (следующего за первым против часовой стрелки) сечения включите в область прямоугольного окна, поверните вокруг верхнего узла этого же сечения на угол + 60° и перенесите, указав в качестве начальной точки верхний узел сечения, а в качестве конечной - точку, расположенную на 8 мм левее верхнего узла первого сечения. При этом необходимо шаг курсора установить равным 8 (D=8), использовать возможность точной установки курсора в верхнем узле первого сечения (<**C**>) и перемещать курсор, нажимая клавишу со стрелкой на клавиатуре. Мышь должна оставаться в полном покое.

Произведите последовательно аналогичные действия с третьим сечением, повернув его на угол +30° (рис. 1.28), четвертым, никуда не поворачивая, пятым (с поворотом на угол минус 30°) и шестым - минус 60°.

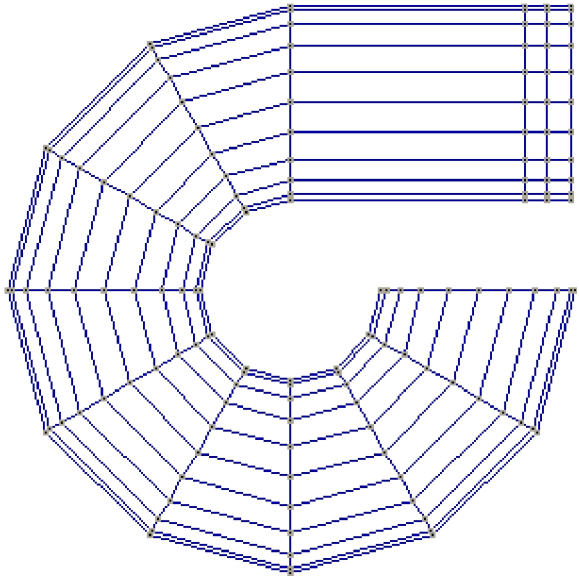


Рис. 1.28. Работа с сечениями

Во избежание наложений и связанных с этим возможных ошибок выделите все оставшиеся сечения (с седьмого по тринадцатое) и поверните на угол минус 90° вокруг центра рабочего поля (<**Home**>). Продолжая последовательную установку сечений на одном уровне, закончите выполнение построения модели фрагмента цилиндрической поверхности (рис. 1.29).

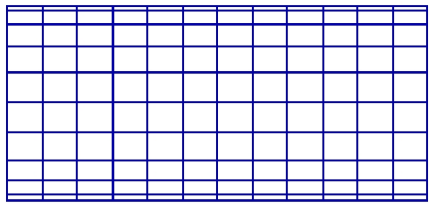


Рис. 1.29. Фрагмент цилиндрической поверхности

Прежде чем можно будет воспользоваться построенной моделью фрагмента цилиндрической поверхности для создания отдельных компонентов “натюрморта”, необходимо переместить ее так, чтобы ось фрагмента проходила через начало координат (через точку, располо-

женную в центре рабочего поля). Эта мера необходима для того, чтобы при дальнейшем построении точных моделей и масштабировании сечений иметь возможность указания одной и той же точки в качестве центральной.

Расположите модель фрагмента цилиндрической поверхности так, чтобы ее ось проходила через точку в центре рабочего поля. Это можно сделать двумя способами: или, выделив сразу все сечения модели фрагмента цилиндрической поверхности, переместить их в режиме работы с сечениями, или переместить всю модель после выхода из этого режима.

ВНИМАНИЕ !

Следует иметь в виду, что **всегда при необходимости выхода из режима работы с сечениями нужно дважды нажать на поле меню** БЭФ, а не на поля меню &, "Коррекция NURBS сечений". В противном случае вся выполненная работа в режиме работы с сечениями любой модели может оказаться испорченной и ее придется выполнять заново. Здесь следует заметить, что по этой же причине преобразование модели тора в цилиндрическую поверхность следует делать от начала до конца за один прием (не выходя из режима работы с сечениями).

Ось фрагмента цилиндрической поверхности находится, как известно, в центре окружности при виде на модель с торца. Определите ее положение (она расположена на одинаковом расстоянии от верхнего, нижнего, правого и левого узлов) и поместите в начало координат. Поверните созданную модель вокруг оси OY на +90° так, чтобы она расположилась вертикально (XZ, Поворот, центральная точка - <**Home**>, <**9**>, <**0**>, <**Enter**>) и запишите (если работали в режиме работы с сечениями, выключать его **не нужно!)** к себе в архив. В случае непроизвольной потери или порчи этого файла для дальнейшей работы можно использовать созданный аналогично ранее файл max.bsf, находящийся в списке BSF.

1.1.9.2. Создание моделей тел вращения

Построение отдельных элементов “натюрморта” из модели фрагмента цилиндрической поверхности начнем с модели вазы для цветов.

Как известно, ваза для цветов должна иметь дно. Причем это дно для устойчивости вазы должно быть плоским. Чтобы цветы не рассыпались, ваза должна иметь “горло”. Традиционная форма с утолщением нижней части продиктована необходимостью придания вазе дополнительной устойчивости за счет смещения ее центра тяжести к основанию при наполнении водой. В каждом отдельном случае форма вазы может быть разной, но общая тенденция ее конструкции сохраняется.

Постройте модель вазы для цветов. Для этого прочтите в каркасном отображении и плоскости XOZ созданный Вами файл или файл max.bsf из списка БЭФ. **Дважды!** (см. выше) войдя в режим работы с сечениями, выделите нижнее сечение (Гр 2) и стяните его в “точку”, масштабируя в двух направлениях: в плоскости экрана и поперек нее (Масштаб, преобразование “абсолютное”, в качестве центральной точки - <**Home**>, масштаб OX= 0.01, масштаб OY=0.01, масштаб OZ=1) (рис. 1.30).

Переместите нижнее сечение на уровень следующего за ним для получения плоского дна. Желая увеличить геометрические размеры сечения, следует вводить коэффициенты масштабирования по осям больше единицы, уменьшить - меньше единицы. При введении коэффициентов масштабирования равными единице изменений геометрических размеров не происходит. Вводить коэффициенты масштабирования равными нулю не рекомендуется, так как таким образом стянутое в точку сечение при необходимости откорректировать невозможно (умножение на ноль дает ноль). Масштабируя или перемещая отдельные сечения или, при необходимости, сразу несколько из них, создайте “горло” и придайте модели традиционную форму вазы (рис. 1.31).

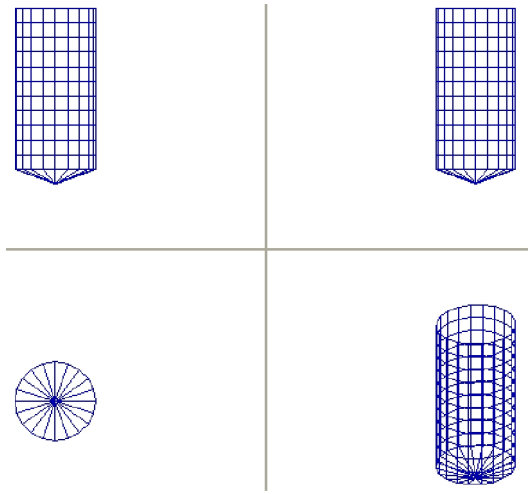


Рис. 1.30. Формирование дна вазы

Рекомендуется каждый раз после выполнения каких бы то ни было преобразований просматривать результат в аксонометрии и в четырех проекциях (XYZ).

Запишите созданную модель вазы в свой архив.

Следует заметить, что созданную таким образом модель моделью вазы можно назвать условно, так как ее стенки имеют “нулевую” толщину.

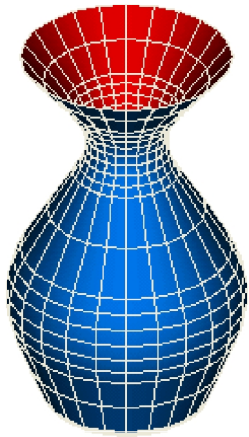


Рис. 1.31 Модель вазы для цветов

Теперь попробуйте создать модель стакана с “настоящими” стенками и дном. В качестве исходной также возьмите модель фрагмента цилиндрической поверхности. Прочтите и представьте модель фрагмента цилиндрической поверхности в каркасном отображении в плоскости XOZ (Кркс, XZ,  , “BSF”, max, <Esc>). Войдите в режим работы с сечениями (**дважды!**, см. выше). “Втяните” верхнюю часть модели фрагмента цилиндрической поверхности в нижнюю так, чтобы были сформированы стенки стакана и его дно (рис. 1.32):

-уменьшите размеры шести верхних сечений на ~ 10% (Гр 2, выделите прямоугольным окном 6 верхних сечений, Масштаб, центральная точка - <**Home**>, масштаб OX=0.9, масштаб OY=0.9, масштаб OZ=1);

-просмотрите результат масштабирования в аксонометрии (Изом);

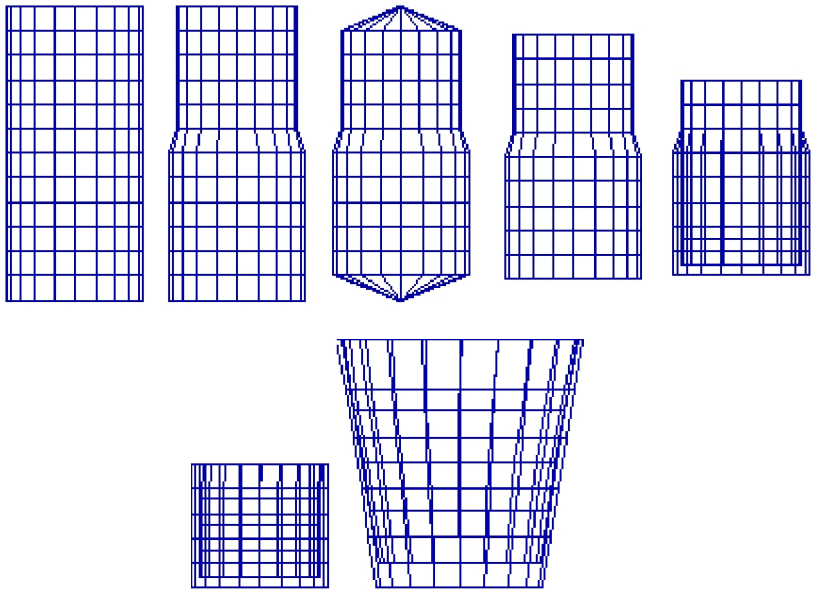


Рис. 1.32. Последовательность построения модели стакана

-вернитесь в плоскость проекций XOZ (XZ) и “сожмите” в точки верхнее и нижнее сечения (Гр 2, выделите отдельными полями нужные сечения, Масштаб, масштаб OX=0.01, масштаб OY=0.01, масштаб OZ=1);

-переместите верхнее сечение на уровень следующего вниз за ним (Гр 2, выделите верхнее сечение, Перенос, исходная точка посередине первого сечения <**C**>, <**Пробел**>, конечная точка - посередине второго сечения (<**C**>, <**Пробел**>), при необходимости измените шаг перемещения курсора, например, D=1, <**Enter**>;

-перенесите нижнее сечение так, чтобы дно стакана стало плоским (действия аналогичны предыдущим);

-переместите два верхних сечения (верхнюю плоскость дна стакана) вниз так, чтобы получить толщину дна у модели стакана;

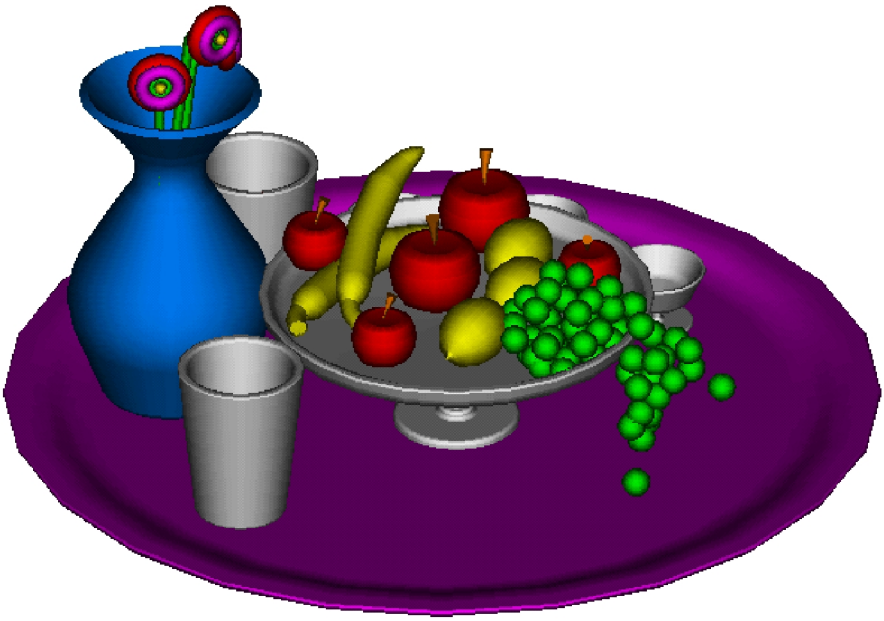


Рис. 1.33. Натюрморт

-последовательно перенося самое верхнее в этот момент сечение на уровень выше предыдущего перенесенного сечения, получите заготовку модели стакана с “настоящими” стенками и дном;

-придайте модели стакана коническую форму;

-запишите созданную модель стакана в свой архив.

Для того чтобы создать комплексную модель (“натюрморт”), постройте модель подноса, заготовкой для которой является модель цилиндрического стакана, и произведите компоновку построенных Вами моделей так, например, как показано на рис. 1.33.

Запишите созданную композицию к себе в архив.

Задания для упражнений. В качестве контрольного задания постройте модели ленты Мебиуса и бутылки Клейна, как показано на рис. 1.34.

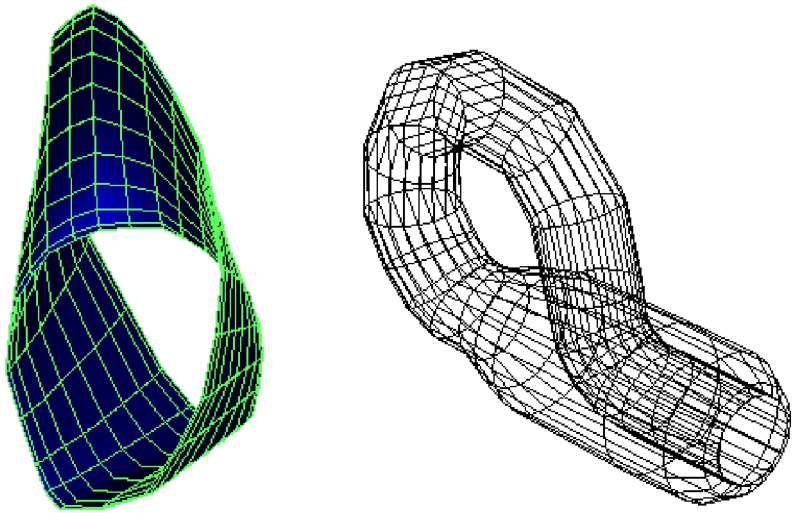


Рис. 1.34. Лента Мебиуса (слева) и бутылка Клейна

Урок 4

Цель урока: Практическое освоение логических операций и их возможностей.

1.1.10. Логические (булевы) операции

К логическим (или булевым) операциям с геометрическими моделями относятся операции пересечения, объединения, вычитания, сечения и группирования моделей. Выполнение этих операций позволяет развить, в частности, интуитивную составляющую пространственного мышления.

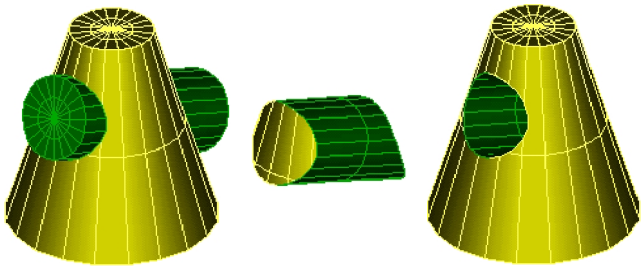


Рис. 1.35. Логические операции с конусом и цилиндром (слева направо): объединение, пресечение, вычитание

Рассмотрим **алгоритм** выполнения любой из булевых операций (при необходимости просмотрите видеофильм, запустив файл ...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\Урок_4.avi) на примере моделей конуса и цилиндра (рис. 1.35):

1.Включите XYZ. Постройте модель конуса в каркасном отображении (, радиус1 = 0, радиус 2 = 27.5мм, высота = 75мм, “ОК”), воспользовавшись его параметрической моделью, увеличьте точность ее аппроксимации фасетками с третьей до пятой (, “Коррекция сетки БЭФ”, <**5**>, “ОК”), и закрасьте в синий цвет каркас и наружную поверхность.

2. Аналогично создайте и представьте на экране дисплея модель цилиндра ( , радиус = 25мм, высота = 75мм).

3.Выделите цилиндр “указанием на ребро” (Гр 0). Для этого просто укажите курсором на изображение цилиндра в аксонометрии и подтвердите свои действия <**Y**>. Закрасьте каркас и наружную поверхность в красный цвет. Включите XZ. Поверните модель цилиндра вокруг точки начала координат на 75°. Включите XY. Поверните модель цилиндра на 45° (относительно точки начала координат). Включите XYZ.

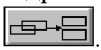
4.Произведите объединение БЭФ (конуса и цилиндра) в один элемент. Для этого нажмите поле  в левой колонке функционального меню, на запрос системы на аксонометрическом изображении (справа внизу) последовательно укажите конус и цилиндр, подтверждая свои действия <**Y**> или <**N**>. После выполнения булевой операции на счетчиках в верхней строке экрана появится надпись: S = 2, U = 1, т.е. базовых элементов в памяти ЭВМ 2, а объемный элемент 1. (В системе ADEM 3.03 используется т.н. «компоновочный Solid» - система, выполнив логическую операцию, помнит о входящих в ОЭ БЭФ).

Просмотрите полученный объект в каркасном и поверхностном отображении. Нажмите поле Изом. Внимательно рассмотрите линию пересечения конуса и цилиндра. Как видно, она состоит из двух распадающихся кривых 4-го порядка.

Запишите полученную модель в свой архив.

Задания для упражнений

1.Произведите с конусом и цилиндром в режиме XYZ последовательно все оставшиеся логические операции:  - пересечения,  - вычитания цилиндра из конуса,  - вычитания конуса из цилиндра,  - тримирования (удаления) частей конуса,  - группирование элементов.

При этом на запрос системы каждый раз указывайте сначала на изображение конуса в аксонометрии, а потом цилиндра. После выполнения каждой операции производите их регенерацию  .

2.Получите фигуры сечения конуса плоскостью – окружность, эллипс, параболу и гиперболу - конические сечения - располагая плоскость последовательно поперек, под углом к оси конуса, параллельно образующей и вдоль его оси. Для этого воспользуйтесь режимом  , “Z плоскости сечения”, число сечений = 4, каждый раз, поворачивая конус в плоскости  под углами 0°, минус 45°, минус 70°, минус 90°, просматривая результат в режиме  , выделяя после выполнения сечений (например, ) и удаляя конус.

Для повышения наглядности изображений созданных объемных моделей часто производят их четвертные вырезы. Сделайте вырез четверти тора (рис. 1.36).

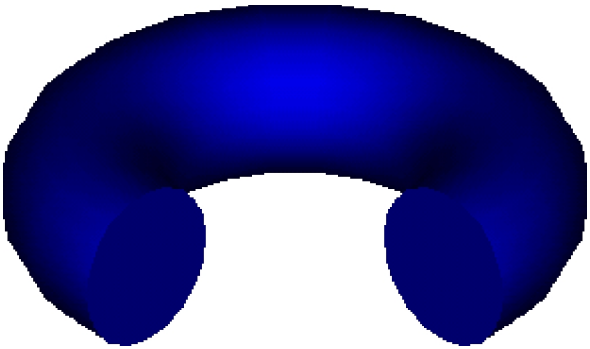


Рис. 1.36. Тор с четвертным вырезом

Для этого вызовите на рабочее поле последовательно изображения тора и куба. В режиме  перенесите верхний правый угол куба в начало координат. Произведите булеву операцию вычитания куба из тора.

Полученный результат запишите в архив в виде *.bmp файла, указав на поле выпадающего меню “Файл”.

Урок 5

Цель урока: В глазомерном масштабе построить геометрическую модель детали, представляющую собой тело вращения, используя топологические и логические преобразования.

1.1.11. Моделирование детали по аксонометрии

На рис. 1.37 представлена аксонометрическая проекция вала с вырезом.

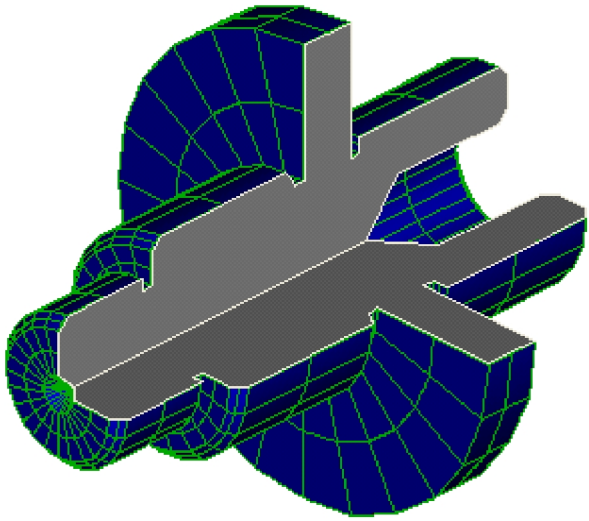


Рис. 1.37. Аксонометрия вала

Постройте ее геометрическую модель, используя топологические преобразования.

В любой момент времени - в начале, в процессе выполнения или по завершении заданий урока Вы можете просмотреть видеофильм, запустив файл ...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\ Video\Урок_5.avi.

Чтобы в глазомерном масштабе построить модель детали, представляющую собой тело вращения, с использованием топологических преобразований из списка BSF прочтите файлы Valik.bsf, представляющий

собой готовую модель валика и Cilpov.bsf – фрагмент цилиндрической поверхности, состоящий из 23 сечений, и отобразите их в виде каркаса зеленым и красным цветом соответственно).

Построение модели выполняйте в режиме работы с сечениями. При этом последовательно каждое из сечений масштабируйте (уменьшайте или увеличивайте по сравнению с исходным сечением) и перемещайте вдоль оси (рис.1.38).

Так как оси валика и фрагмента цилиндрической поверхности проходят через начало координат, то методика и порядок построения модели детали такие же, как при изготовлении моделей вазы, стакана и т.п. (см. урок 3).

Созданную модель детали запишите в свой архив.

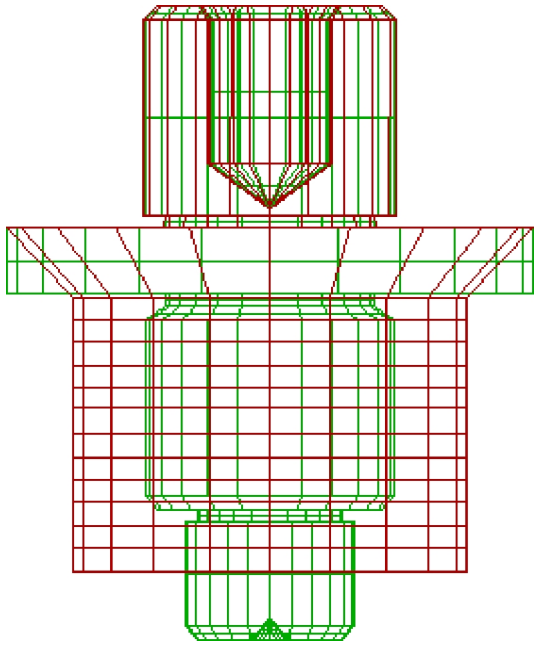


Рис. 1.38. Моделирование детали топологическими преобразованиями каркаса

Теперь постройте ту же модель с использованием булевых операций.

Для этого мысленно расчлените деталь на простые геометрические элементы (цилиндры и конусы). Используя логические операции объединения, постройте наружную поверхность, вычитания - внутреннюю поверхность модели. Последовательно создавайте базовые элементы (цилиндры и конусы нужных размеров, руководствуясь рис. 1.39) по одному, при необходимости масштабируйте и перемещайте каждый из них на свое место.

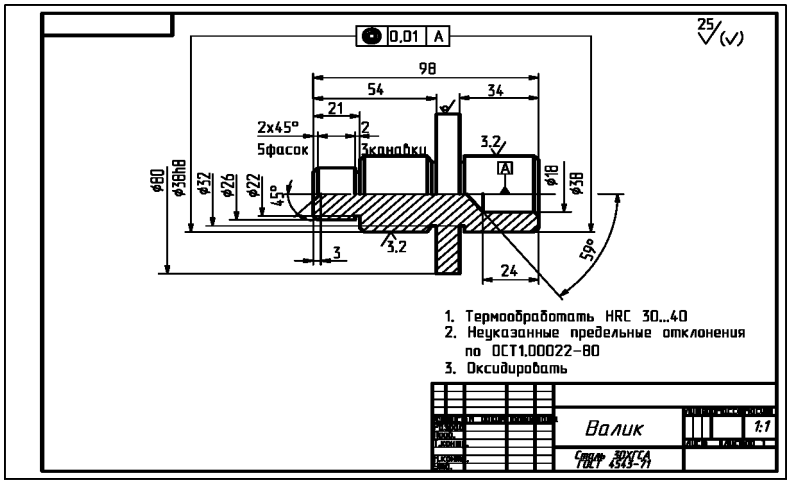


Рис. 1.39. Чертеж валика

Чтобы система не отказывалась выполнять булевы операции, следует корректно располагать базовые элементы: следить за тем, чтобы перед выполнением операции они взаимно соприкасались один с другим или “вкладывались” друг в друга на величину порядка 0.01 мм. В случае появления нежелательных искажений (“артефактов”), полезно взаимно “развернуть” объекты вокруг продольных осей так, чтобы их линии каркасов не совпадали (разворот порядка 0.5°). Система работает устойчиво, если к имеющемуся объемному элементу (состоящему из одного или нескольких БЭФ) прибавлять (вычитать) **только по одному** БЭФ.

Полученную модель детали запишите в архив.

Вопросы для повторения и самоконтроля

1. Что такое объемная геометрическая модель? Как она может быть задана в пространстве?

2. Как можно определить линию и поверхность?

3. Что такое каркас поверхности? Как он может быть задан?

4. С какой точностью можно определить положение точки на поверхности в современных CAD системах?

5. Для чего используют графическое отображение геометрической модели (на дисплее)?

6. Что представляет собой поверхностное моделирование? Каковы его особенности? В каких случаях его используют?

7. Что такое твердотельное моделирование? Каковы его особенности? В каких случаях его используют?

8. В чем заключается параметрическое моделирование?

9. Что такое гибридное моделирование? В чем его особенности?

10. Как выглядит меню модуля ADEM 3.03?

11. Что такое БЭФ?

12. Каковы возможности визуализации (отображения на дисплее) БЭФов в ADEM 3.03?

13. Каков алгоритм получения БЭФов, заданных своими параметрами?

14. Как получить комплексное отображение БЭФ (в виде четырех проекций)?

15. Что представляют собой каркасное, поверхностное и смешанное отображения БЭФ?

16. Как могут быть представлены изображения БЭФ? Назовите типы и способы закраски внешней поверхности БЭФ.

17. Как осуществить инверсию поверхностей БЭФ?

18. В чем состоит работа «с окнами»?

19. Какие преобразования относят к аффинным преобразованиям?

20. Каков общий алгоритм аффинных преобразований?

21. В чем суть топологических преобразований БЭФ?

22. В чем состоит работа с отдельными узлами БЭФ? Что она позволяет?

23. Как преобразовать модель тора в модели предметов домашнего обихода (вазы для цветов, стакана и пр.)?

24. Какие преобразования называют логическими (булевыми)?

25. Каков общий алгоритм булевых операций?

26. Что представляют собой конические сечения?

Список литературы

1.Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб: Питер, 2004. -560 с.

2.Быков А.В., Колывагин М.А. ADEM. Руководство пользователя. – М: Omega Technologies Ltd., 1997.

3.Чемпинский Л.А. Основы геометрического моделирования: Учеб. пособие /Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2005. – 190 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Назначение клавиш и полей меню при работе в в модуле 3D системы ADEM ver. 3.03

1. Структура системы ADEM

1.1. Диалог с системой

Диалог пользователя с системой ведется с помощью устройства «мышь», передвигающего по рабочему полю **указатель** (курсор) (в большинстве случаев в виде стрелки). Курсор можно перемещать также нажатием клавиш с изображением стрелок или с помощью цифровой клавиатуры (см. ниже).

Все клавиши клавиатуры ПЭВМ в ADEM также имеют свое специальное назначение.

Под ***ключом*** или ***ключевой клавишей*** понимается клавиша на клавиатуре ПЭВМ, которую нужно нажать (либо нажать и удерживать в нажатом положении при нажатии другой клавиши) для выполнения соответствующего действия. Далее в тексте ключи записаны в скобках <....>, например: <I>, в случае нажатия сразу двух клавиш - <Ctrl+N>.

В процессе диалога пользователь может ***указать*** («нажать курсором» или «щелкнуть мышью») выбранное поле меню (или элемент чертежа, или точку на экране), переместив курсор в нужное место и нажав клавишу <Пробел> или левую клавишу "мыши". Текстовая информация (цифровые значения, текстовые надписи) ***вводится*** (по запросу системы) с помощью клавиш клавиатуры и завершающим нажатием ключа <Enter>.

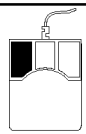
ВНИМАНИЕ !

1. Во время выполнения ряда операций обращение к некоторым командам **выпадающих** меню может быть истолковано системой неоднозначно, что может вызвать ее сбой. Во избежание подобных ситуаций в ходе выполнения операций такие команды недоступны. Возможность обращения к командам выпадающих меню возобновляется при отмене

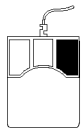
или завершении операции. Для отмены или завершения операции используется клавиша <Esc>.

2. В процессе диалога, когда при выполнении того или иного режима курсор с экрана исчезает, ***запрещается*** нажимать какие - либо клавиши до его появления.

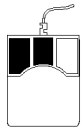
1.1.1. Функции мыши



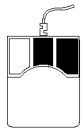
Подтверждение ввода числового значения. Эквивалентна клавише <Enter>.



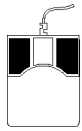
Перерисовка изображения с одновременной регенерацией геометрической модели (приведение модели в соответствие с изменениями). Эквивалентна клавише <F6>.



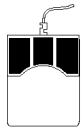
Притяжение к ближайшему узлу. Эквивалентна клавише <C>.



Притяжение к ближайшему ребру. Производит определение угла наклона ребра и соответственно изменяет значение угла движения курсора. Эквивалентна комбинации клавиш <Ctrl+C>.

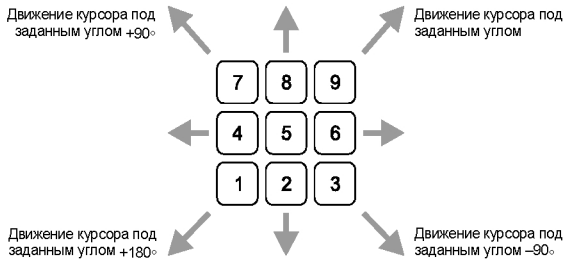


В модуле 2D – включение режима «Линза» для редактирования локальной области изображения. В модуле 3D - ориентация осей изометрической проекции относительно абсолютной системы координат.



В модуле 2D – вызов функции полиокна (эквивалент <Ctrl+W>). В модуле 3D - открытие дополнительной Панели Управления Изображением.

1.1.2. Управление курсором с помощью дополнительной части клавиатуры



1.2. Вход в систему

Вход в систему осуществляется при указании курсором на ярлык «ADEM_303», расположенный на рабочем столе.

После запуска на экране дисплея появляется **основное меню.**

Общий вид основного меню представлен на рис.П1

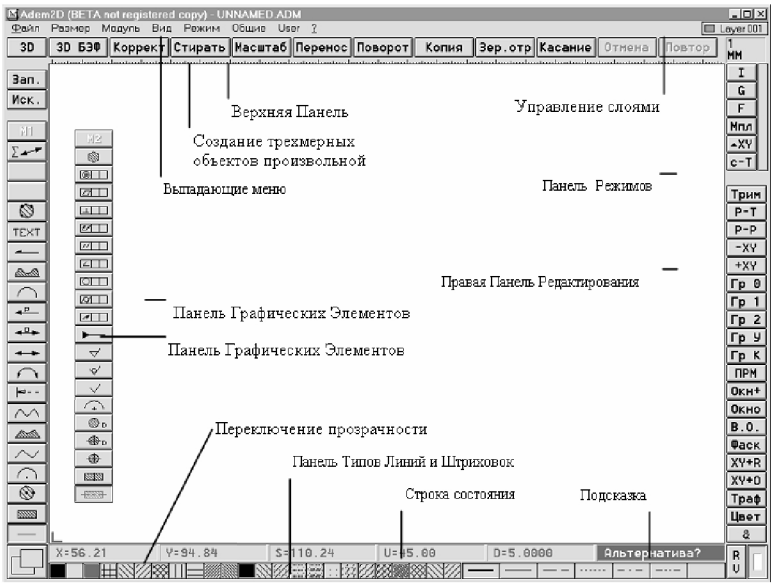
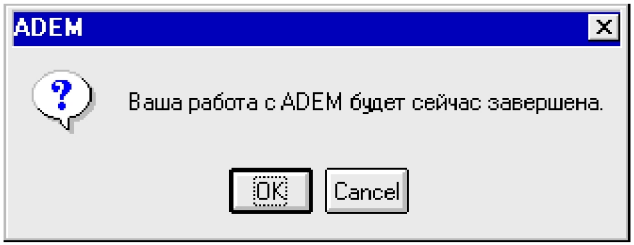


Рис. П1. Общий вид основного меню

1.3. Выход из системы

Выход из системы может быть осуществлен, в частности, указанием курсором на поле «Выход», расположенное в правом верхнем углу экрана. Для предотвращения случайного выхода система делает запрос:



Для подтверждения желания выйти из системы следует нажать на кнопку "OK".

1.4. Работа с модулями системы

Система ADEM позволяет создавать и редактировать плоские и объемные геометрические модели, создавать управляющие программы. моделировать процесс изготовления деталей, создавать техническую документацию и пр. Для этого служат модули системы: ADEM 2D, ADEM 3D, ADEM NC, ADEM Simulator, ADEM GMD.

Вызов того или иного модуля производится указанием курсором на поле «Модуль», после чего открывается меню:

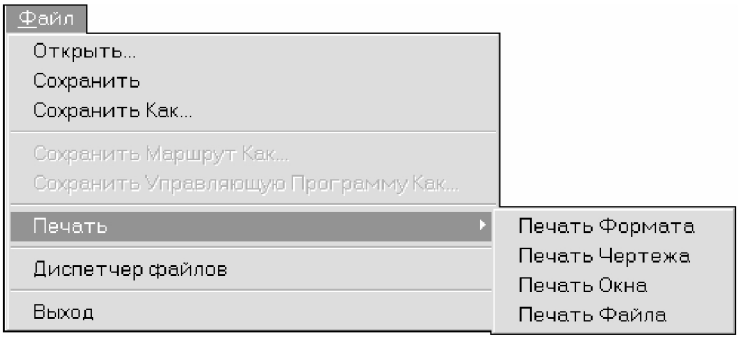


Команда Модули”	**“Все**	Загрузка всех установленных модулей системы ADEM

Команда “Модуль ADEM2D”	Активизация окна модуля ADEM2D
Команда “Модуль ADEM3D”	Активизация окна модуля ADEM3D
Команда “Модуль ADEM NC”	Активизация окна модуля ADEM NC
Команда “Модуль ADEM Simulator”	Активизация окна модуля ADEM Simulator
Команда “Модуль ADEM GMD”	Активизация окна модуля ADEM GMD
Команда “Модуль ADEM Surface”	Активизация окна модуля ADEM Surface

1.5. Выпадающие меню

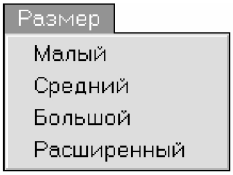
Меню Файл



Команда “Открыть”	Открытие файла.
Команда “Сохранить”	Сохранение активного файла под текущим именем, в текущем каталоге и в текущем формате.
Команда “Сохранить Как”	Сохранение активного файла под именем, в каталоге и в формате, определенных пользователем.

Подкоманда “Печать Формата” (команда “Печать”)	Печать изображения, ограниченного размерами установленного формата чертежа.
Подкоманда “Печать Чертежа” (команда “Печать”)	Печать всего чертежа.
Подкоманда “Печать Окна” (команда “Печать”)	Печать изображения, ограниченного текущим видом в окне.
Подкоманда “Печать Файла” (команда “Печать”)	Печать изображения из файла, указанного пользователем.
Команда “Диспетчер файлов”	Загрузка модуля работы с файлами.
Команда “Выход”	Выход из модуля ADEM.

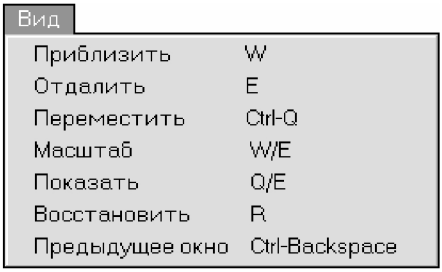
Меню Размер



Команда “Малый”	Установка текущего размера окна 640x480.
Команда “Средний”	Установка текущего размера окна 800x600.
Команда “Большой”	Установка текущего размера окна 1024x768.
Команда “Расширенный”	Установка текущего размера окна 1280x1024.

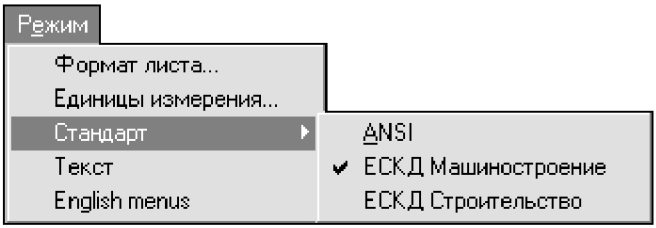
Меню Модуль (см. выше п. 1.4)

Меню Вид



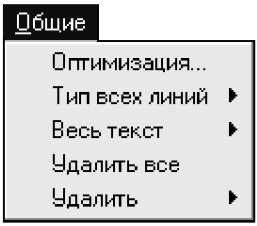
Команда “Приблизить”	Увеличение масштаба изображения на 100%.
Команда “Отдалить”	Уменьшение масштаба изображения на 50%.
Команда “Переместить”	Смещение изображения из указанной точки в центр экрана.
Команда “Масштаб”	Изменение масштаба изображения в 2 раза.
Команда “Показать”	Совместное использование команд “Приблизить”, “Отдалить” и “Переместить”.
Команда “Восстановить”	Устанавливает размеры отображаемого окна в соответствии с выбранным форматом листа.
Команда “Предыдущее окно”	Восстанавливает предыдущие размеры отображаемого окна.

Меню Режим



Команда “Формат Листа...”	Установка формата листа в соответствии с текущим стандартом или определенного пользователем.
Команда “Единицы измерения...”	Установка текущего формата отображения единиц измерения.
Команда “Стандарт”	Установка текущего стандарта черчения.
Команда “Текст”	Установка параметров текста: размер шрифта, угол наклона строки, начертание.
Команда “English menues”	Ведение диалога на английском языке.

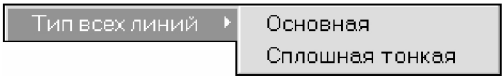
Меню Общие (операции с чертежом)



Команда “Оптимизация”	Удаление совпадающих элементов чертежа.
Команда “Тип всех линий”	Установка типа линии всех элементов чертежа.

Команда “Весь текст”	Изменение стиля всех текстов чертежа.
Команда “Удалить все”	Удаление геометрической, технологической и 3D моделей.
Команда “Удалить”	Удаление текста, штриховок, размеров, геометрической, технологической, 3D, растровой или параметрической модели.

Подменю Тип всех линий (Меню Общие)



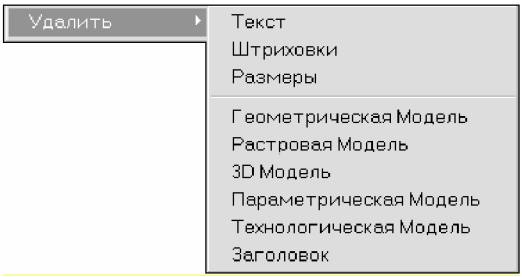
Подкоманда “Основная” (Команда “Тип всех линий”)	Изменение типа линии всех элементов чертежа на основную.
Подкоманда “Сплошная Тонкая” (Команда “Тип всех линий”)	Изменение типа линии всех элементов чертежа на сплошную тонкую.

Подменю Весь текст (Меню Общие)



Подкоманда “Прямой” (Команда “Весь текст”)	Изменение начертания всех текстов чертежа на “Прямой”.
Подкоманда “Курсив” (Команда “Весь текст”)	Изменение начертания всех текстов чертежа на “Курсив”.

Подменю Удалить (Меню Общие)



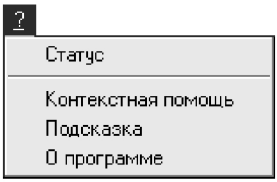
Подкоманда “Текст” (Команда “Удалить”)	Удаление всех текстовых строк и размерных текстов с чертежа.
Подкоманда “Штриховки” (Команда “Удалить”)	Удаление всех штриховок с чертежа.
Подкоманда “Размеры” (Команда “Удалить”)	Удаление всех текстов размеров, размерных и выносных линий с чертежа. Текстовые строки остаются без изменения.
Подкоманда “Геометрическая Модель” (Команда “Удалить”)	Удаление геометрической модели.
Подкоманда “Растровая Модель” (Команда “Удалить”)	Удаление растровой модели
Подкоманда “3D Модель” (Команда “Удалить”)	Удаление 3D модели.
Подкоманда	Удаление параметрической модели.

“Параметрическая Модель” (Команда “Удалить”)	
Подкоманда “Технологическая Модель” (Команда “Удалить”)	Удаление технологической модели.
Подкоманда “Заголовок” (Команда “Удалить”)	Удаление всей информации заголовка.

Меню User

Команда “User”	Выполнение программ, написанных с использованием User-пакета.

Меню ? (Справка)



Команда "Статус"	Отображение информации о текущих режимах и установках.
Команда "Контекстная помощь"	Получение контекстной справки.
Команда “Подсказка”	Включение/выключение всплывающей подсказки.
Команда "О программе"	Отображение номера версии ADEM, сведений об авторских правах и лицензионных соглашениях.

2. Меню модуля ADEM3D

Меню модуля ADEM3D содержит (рис.П2):

- Выпадающие меню.
- Панель Инструментов.
- Верхнюю Панель Редактирования.
- Панель Режимов Визуализации и Управления Изображением.

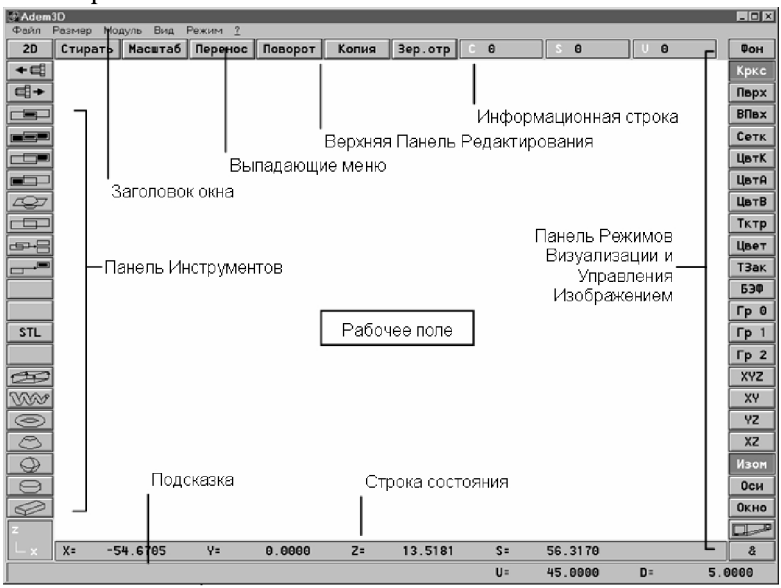
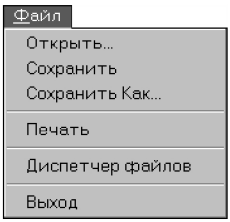


Рис. П2. Меню модуля ADEM3D

2.1. Выпадающие меню

Меню Файл

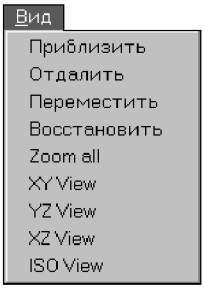


Команда “Открыть”	Открытие файла.
Команда “Сохранить”	Сохранение активного файла под текущим именем, в текущем каталоге и в текущем формате.
Команда “Сохранить Как”	Сохранение активного файла под именем, в каталоге и в формате, определенном пользователем.
Команда “Печать”	Вывод текущей 3D модели на печать.
Команда “Диспетчер файлов”	Загрузка модуля работы с файлами.
Команда “Выход”	Выход из модуля ADEM3D.

Меню Размер (см. пункт 1.5**)**

Меню Модуль (см. пункт 1.4**)**

Меню Вид



Команда “Приблизить”	Увеличение масштаба изображения на 100%.
Команда “Отдалить”	Уменьшение масштаба изображения на 50%.
Команда “Переместить”	Смещение изображения из указанной точки в центр экрана.

Команда “Восстановить”	Восстановление исходного масштаба изображения.
Команда “Zoom all”	Размещение всей 3D модели на экране.
Команда «XY Проекция»	Отображение XY проекции 3D модели.
Команда «YZ Проекция»	Отображение YZ проекции 3D модели.
Команда «XZ Проекция»	Отображение XZ проекции 3D модели.
Команда «Изометрическая Проекция»	Отображение изометрической проекции 3D модели.

Меню Режим (см. пункт 1.5**)**

Меню ? (Справка) (см. пункт 1.5)

2.2. Панель Инструментов


Запись BSF файла в каталог


Открытие BSF файла


Булева операция пересечения объемного элемента и базового элемента


Булева операция объединения объемного элемента и базового элемента


Булева операция вычитания объемного элемента из базового элемента


Булева операция вычитания базового элемента из объемного элемента


Тримирование (удаление части) объемного элемента или построение сечений


Группирование объемных элементов


Восстановление исходных базовых элементов, входящих в объемный элемент


Инверсия поверхности объемных элементов



Контроль корректности создаваемой STL модели


Построение БЭФ–эквидистанты


Построение спирали с заданными параметрами

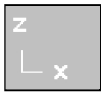

Построение тора с заданными параметрами


Построение конуса с заданными параметрами


Построение сферы с заданными параметрами


Построение цилиндра с заданными параметрами


Построение параллелепипеда с заданными параметрами



Расположение осей координат активной проекции

2.3. Верхняя Панель Редактирования



Удаление группы объемных элементов или всей 3D модели



Масштабирование группы объемных элементов, сечений, узлов или всей 3D модели



Перенос группы объемных элементов, группы сечений, узлов или всей 3D модели



Поворот группы объемных элементов, группы сечений, узлов или всей 3D модели

Копия	Копирование группы объемных элементов или полностью всей 3D модели
Зер.отр	Зеркальное отражение группы объемных элементов или всей 3D модели



2.4. Панель Режимов Визуализации и Управления Изображением

Фон	Изменение цвета экрана
Кркс	Отображение модели в режиме каркаса
Пврх	Отображение модели в режиме тонирования
ВПвх	Включение режима отображения В–поверхности
Сетк	Включение режима подсветки каркаса при отображении модели в режиме тонирования
ЦвтК	Изменение цвета каркаса
ЦвтА	Изменение цвета А–поверхности (внешней поверхности)
ЦвтВ	Изменение цвета В–поверхности (внутренней поверхности)
Ткстр	Нанесение текстуры на поверхность
Цвет	Задание 16 пользовательских цветов
ТЗак	Выбор типа закраски поверхности 3D модели

БЭФ	Включение режима взятия в группу отдельных базовых элементов
Гр 0	Включение объемных элементов в группу указанием на ребро
Гр 1	Включение элементов в группу указанием их номеров
Гр 2	Включение элементов в группу окном
XYZ	Отображение XY, YZ, XZ и изометрической проекции 3D модели
XY	Отображение XY проекции 3D модели
YZ	Отображение YZ проекции 3D модели
XZ	Отображение XZ проекции 3D модели
Изом	Отображение изометрической проекции 3D модели
Оси	Задание углов ориентации осей системы координат изометрической проекции
Окно	Увеличение масштаба изображения окном
	Включение режима перспективного отображения 3D модели
&	Дополнительные функции

2.5. Функции клавиш клавиатуры в модуле 3D

Общие операции

<Esc>	Финиш (прерывание или завершение процессов).
<F1>	Общая подсказка.
<Shift+F1>	Контекстная подсказка.
<F2>	Перерисовка группы элементов.
<F4>	Отрисовка каркасной модели без учета булевых операций между базовыми элементами.
<F6>	Перерисовка.

<F8> Отключение мыши.

<F10> Полноэкранный просмотр.

<Enter> Ввод цифровых значений, считывание файлов из списка или цвета из меню.

<Пробел> Ввод графической информации.

Точное позиционирование курсора

<X> Задание координаты X положения курсора.

<Y> Задание координаты Y положения курсора.

<Z> Задание координаты Z положения курсора.

<Home> Установка курсора в ноль координат.

<C> Притяжение курсора к ближайшему узлу.

<Ctrl+C> Притяжение курсора к ближайшему ребру.

<Alt+C> Позиционирование объемного элемента путем ориентации указанной нормали к его поверхности вдоль одной из осей мировой системы координат: OX, OY, OZ.

Клавиши со стрелками, <1–4>, <6–9> Движение курсора с заданным шагом и углом.

<D> Задание текущего шага курсора (мм).

<U> Задание текущего угла движения курсора (град).

Режимы визуализации

<M> Подсветка узлов элементов 3D модели.

<Alt+M> Подсветка центров NURBS сегментов поверхностей объемных элементов.

<O>	Включение/выключение индикации центра системы абсолютной системы координат и осей локальных систем координат базовых элементов.
<S>	Включение/выключение Строки состояния.

Управление изображением

<W>	Увеличение масштаба изображения на 100%.
<E>	Уменьшение масштаба изображения на 50%.
<Q>	Увеличение масштаба изображения на 100% с центром в точке положения курсора.
<R>	Восстановление исходного масштаба изображения с центром в начале системы координат.
<Ctrl+R >	Отображение на экране всей 3D модели.
<V>	Сдвиг на пол-экрана вниз.
<<>	Сдвиг на пол-экрана влево.
<>>	Сдвиг на пол-экрана вправо.
<^>	Сдвиг на пол-экрана вверх.
<Ctrl+W>	Открытие Дополнительной Панели Управления Изображением.

Учебное издание

Чемпинский Леонид Андреевич

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В CAD/CAM ADEM (ПРАКТИКУМ)

Учебное пособие

Редакторская обработка *Н.В. Прядильникова*
Корректорская обработка *И.И. Проломова*
Доверстка *О.Ю. Дьяченко*

Подписано в печать 30.11.06.г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,6. Усл. кр.-отт. 4,8. Печ. л 5,0
Тираж 50 экз. Заказ . ИП – 38/2006.

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.