

Методика ускоренной подготовки технических специалистов для автоматизированной КТПП с ЧПУ

(Рекомендовано для преподавателей и студентов, высшего, среднего и специального технического образования, а также конструкторов, технологов, программистов и операторов ЧПУ)

Вторая редакция дополненная

***Конструкторско-технологическая подготовка
производства и средства ее автоматизации***

***Первые шаги и быстрый старт:
моделирование, черчение, создание
техпроцессов, программирование ЧПУ в ADEM-
VX***

***Эксплуатация оборудования с ЧПУ в учебном
процессе***

@Copyright Группа компаний ADEM
2008

Оглавление

Глава I. Конструкторско-технологическая подготовка производства и средства ее автоматизации

Глава II. Первые шаги и быстрый старт

1. Плоское моделирование и оформление конструкторской документации
2. Объемное моделирование
3. Программирование оборудования с ЧПУ, проектирование техпроцессов и оформление технологической документации
4. Работа с архивами документов

Глава III. Эксплуатация оборудования с ЧПУ в учебном процессе

свободного поверхностного моделирования. А в случае расчетных решений - CAE системы специального или общего назначения.

CAD (Computer Aided Design) - автоматизированные системы для проектирования. Предназначены для решения геометрических задач проектирования и конструирования с помощью интерактивных методов вычислительной геометрии. Условно разделяются на плоские (2D) и объемные (3D). Как правило, содержат инструментарий для оформления конструкторской документации, геометрические библиотеки стандартных и типовых элементов (крепеж, сортамент и т.п.) и форм документов.

CAE (Computer Aided Engineering) - автоматизированные системы для расчетов. Предназначены для решения инженерных задач. Эти программные продукты для проектно-конструкторской деятельности появились одними из самых первых. Как и расчетные методики, они подразделяются на две группы. Проверочные - которые на основе геометрии изделия определяют его характеристики, например прочность. Проектировочные - которые решают обратную задачу получения геометрических параметров конструкции из заданных условий, например, нагрузок и предельно допустимых напряжений.

Заметим, что если CAE системы общего назначения присутствуют на рынке программных продуктов, то специализированные системы являются, как правило, плодом творчества непосредственно самих компаний-потребителей. Нередко специализированные системы разрабатываются по заказу.

Все разнообразие методов проектирования объединяет результат, который представляет будущее изделие в виде структуры составляющих его компонент, их связей и основных геометрических параметров. Все это может быть определено понятиями - компоновка и теоретические обводы изделия, которые в соответствии с ЕСКД должны быть оформлены в виде чертежных или текстовых документов.

Поэтому, независимо от средств, которыми пользуются проектанты, на конечной стадии процесс может быть автоматизирован с помощью CAD систем, которые позволяющими оформлять соответствующие документы. При этом, рационально напрямую использовать имеющиеся проектные наработки, например плоские и объемные модели, спроектированные с использованием других программных продуктов.

Конструкторские подразделения определяют все геометрические и физические параметры конструкции, обеспечивающие ее работоспособность и возможность изготовления. На этом этапе должны быть полностью назначены все размеры для всех деталей, входящих в изделие.

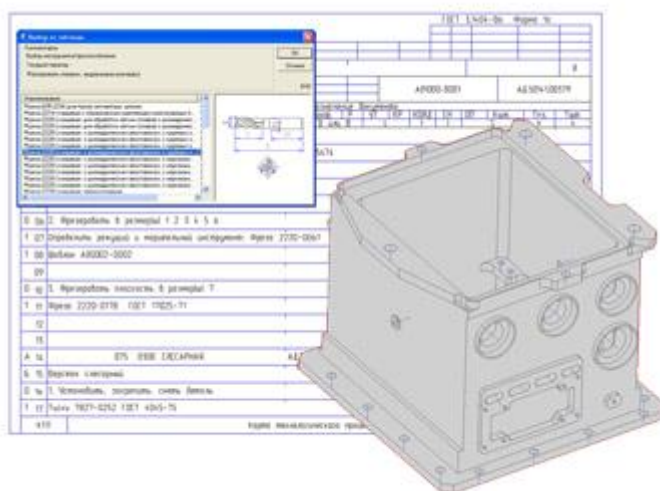


Рис. 2 Проектирование техпроцессов

Многие параметры могут быть определены из динамических, кинематических, прочностных и других расчетов, которые помогают автоматизировать САЕ системы.

Львиная доля параметров уточняется в результате решения геометрических задач. Это происходит в результате так называемой провязки (прорисовки) элементов конструкции с максимально возможной точностью.

В последнее время классические методы провязки на кульмане или на плазе полностью вытеснены компьютерным моделированием с использованием CAD систем.

Во-первых, погрешность решения геометрических задач в этих системах не выше 10^{-6} , что перекрывает не только традиционные методы, но и обеспечивает необходимую точность при изготовлении (10^{-3}).

Во-вторых, возможности объемного моделирования позволяют исключить ошибки проектирования, которые были свойственны решению объемных задач плоскими методами.

Есть еще одно важнейшее условие, которое влияет на принятие конструктором того или иного решения и окончательного назначения геометрических параметров - технологичность конструкции. Критерий этот имеет довольно сложную природу и зависит от правильного прогноза способа изготовления, знания технологических требований к геометрии изделий разной формы и типоразмеров, условий и традиций производства и других, иногда трудно формализуемых, аспектов.

До последнего времени подобные знания приобретались конструктором в результате длительного опыта работы и обратной связи, идущей от технологических подразделений и производства. Сегодня появилась новая возможность приобретения конструктором технологического опыта на своем рабочем месте, о чем мы предполагаем рассказать в следующих статьях.

Процесс конструирования завершается выпуском комплекта конструкторской документации, в соответствии с ЕСКД. Для автоматизации этого этапа успешно применяются CAD системы.

Опять же заметим, что для конструкторской проработки в CAD системах рационально напрямую использовать данные, разработанные в проектных подразделениях, например модели, теоретические обводы и компоновку. В связи с этим важно обеспечить совместимость проектных и конструкторских наработок.

Более того, для конструкторских подразделений является очень важным аспектом поддержка архивов чертежей, сделанных традиционным ручным способом. Некоторые CAD системы предоставляют возможность хранения и доработки сканированных документов.

Технологические подразделения

Технологические подразделения определяют последовательность, способы и методы изготовления изделия. Кроме того, эти подразделения проектируют спец. оснастку, необходимую для производства и создают управляющие программы для оборудования с ЧПУ.

Отправной точкой технологической проработки являются знания о возможностях производства. Именно на их основе формируется технологический маршрут получения той или иной детали.

Вспомним, что технология накладывает свои требования на геометрию детали. Например, если предполагается изготавливать деталь штамповкой, то и геометрия ее должна быть соответствующей, включать штамповочные уклоны и радиусы, иметь возможность разреза штамповочной оснастки.

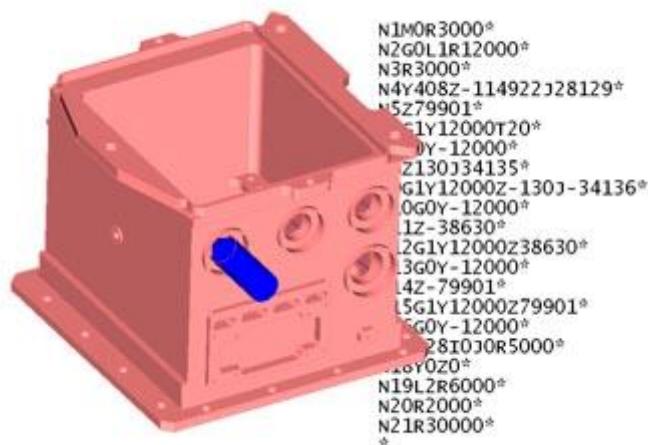


Рис.3. Программирование ЧПУ.

Поэтому, очень часто после технологической проработки приходится возвращаться вновь к уточнению конструкторских решений и, соответственно, конструкторской документации.

Программные продукты для автоматизации технологического звена подразделяются на четыре группы:

- CAD системы для разработки специальной оснастки и инструмента
- CAE системы для расчета и анализа физических процессов (литья, штамповки и т.п.)
- CAPP системы для проектирования техпроцессов и оформления технологической документации в соответствии с ЕСТПП
- CAM системы для программирования станков с ЧПУ

Все эти системы основаны на использовании данных из конструкторских CAD систем. Например, CAM и CAE системы для выполнения своих функций должны иметь на входе геометрические модели, а CAPP системы должны читать чертежи для формирования на их основе эскизов.

CAPP (Computer Aided Process Planning) - автоматизированные системы для проектирования техпроцессов и оформления технологической документации. Продукт является интерактивной средой, наполненной базами данных по материалам, сортаменту, оборудованию, технологическому оснащению и прочей справочной информацией. Современные CAPP включают расчетные модули по технологическим режимам и нормированию, а также настройку под специализированные формы документов.

CAM (Computer Aided Manufacturing) - автоматизированные системы программирования оборудования с ЧПУ. CAM системы пришли на смену ручным методам программирования, которые не в состоянии поддерживать обработку деталей сложной формы с необходимым качеством поверхности. Принцип действия состоит в автоматической генерации траектории движения инструмента на основе математической модели изделия и заданных технологических параметров. Современные CAM системы, как правило, содержат также модули для контроля геометрических конфликтов и виртуального контроля процесса обработки до выхода на станок, а также инструментарий для адаптации к оборудованию.

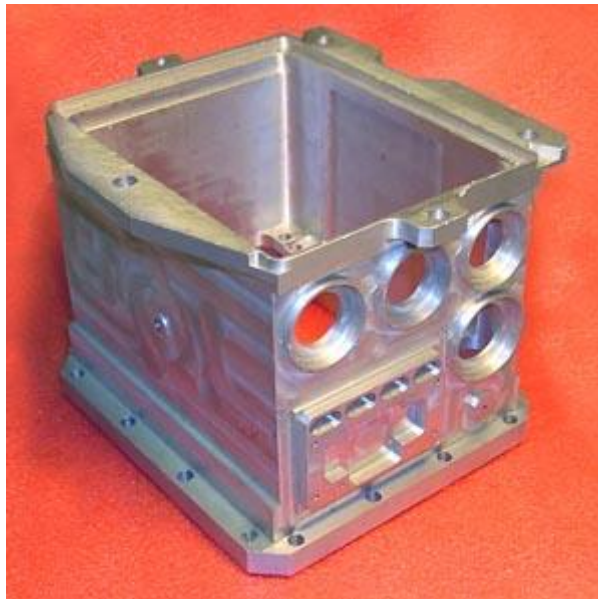


Рис. 4. Результат КТПП – опытный образец детали

На практике отечественных предприятий наблюдается совершенно иная картина. Почти всегда эти системы работают в технологических подразделениях в автономном режиме. Причин здесь несколько, вот две главные:

- сложившиеся структурные барьеры между КБ и производством и технологическими службами.
- реальная сложность обмена данными между системами различных типов и различных производителей, применяемых в КБ и техотделах.

Ведь для нормальной работы нужна не только прямая, но и обратная связь для уточнения конструкторских решений.

Из этого положения следует простой, казалось бы, выход. Во избежание потери данных и их повторной переработки, в том числе и для лучшего взаимного понимания, автоматизацию конструкторских и технологических подразделений проводить на базе единой системы. Такие системы существуют, их называют интегрированными CAD/CAM системами.

CAD/CAM - интегрированные системы для сквозного проектирования и подготовки производства, оснащенных системами ЧПУ. Основной принцип состоит в работе конструкторов и технологов-программистов ЧПУ над единой математической моделью изделия. В отличие от простой связки CAD и CAM систем, интегрированные системы имеют не только прямую, но и обратную связь, обеспечивающую высокую эффективность процесса уточнения модели. Применение таких систем исключает паразитные циклы переработки информации из одного вида в другой, позволяет в разы и десятки раз сократить время КТПП.

Но на деле, в российских условиях их практическое применение крайне ограничено, и вот почему:

- интегрированные CAD/CAM системы это в основном зарубежные продукты высокой ценовой категории (особенно учитывая затраты на внедрение и поддержку),
- они очень критичны к уровню подготовки пользователей, что в период дефицита квалифицированных кадров является серьезной проблемой, тем более что подготовка таких кадров вопрос не одного месяца;
- в части поддержки отечественного и другого не брендового оборудования с ЧПУ применение этих систем проблематично;

- несмотря на свою высокую стоимость в них отсутствует такая важная компонента как CAPP, а поддержка ЕСТД находится на нулевом уровне;

Но выход все-таки есть! Начиная с конца девяностых годов вначале на российском, а потом и на зарубежном рынке появилась отечественная разработка ADEM. Это интегрированная CAD/CAM/CAPP система среднего класса, созданная Группой компаний ADEM.

CAD/CAM/CAPP - интегрированные системы, представляющее единое конструкторско-технологическое пространство. В отличие от CAD/CAM систем, предназначенных в первую очередь для автоматизированных производств, они позволяют распространить методы сквозного проектирования на другие участки работ. В современных CAD/CAM/CAPP системах программирование ЧПУ является одной из составляющих частей техпроцесса, что обеспечивает целостность КТПП. С точки зрения управления предприятием CAD/CAM/CAPP система является важнейшим звеном для обеспечения достоверными данными систем управления (ERP, PDM, PLM, и др.)

ADEM (англ. Automated Design Engineering Manufacturing) — российская интегрированная CAD/CAM/CAPP система, предназначенная автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства.

Разработка системы была начата в девяностых годах двумя основными группами разработчиков из Москвы (конструкторская САПР «CherryCAD» — лауреат премии Совета Министров СССР 1990 года) и Ижевска (технологическая САПР «Катран»).

ADEM был создан, как единый продукт, включающий в себя инструментарий для проектантов и конструкторов (CAD), технологов (CAPP) и программистов ЧПУ (CAM). Поэтому он содержит нескольких различных предметно-ориентированных САПР под единой логикой управления и на единой информационной базе.

ADEM позволяет автоматизировать следующие виды работ:

- объемное и плоское моделирование и проектирование
- оформление проектно-конструкторской и технологической документации
- проектирование технологических процессов
- анализ технологичности и нормирование проекта
- программирование оборудования с ЧПУ (фрезерное, токарное, электроэрозионное, лазерное и др.)
- ведение архивов документов
- реновацию знаний (работа со сканированными чертежами и старыми программами ЧПУ)

ADEM применяется в различных отраслях: авиационной, атомной, аэрокосмической, машиностроительной, металлургической, станкостроительной и других.

Среди пользователей системы такие известные компании как РКК «Энергия», ПК1 и ПК2 ФГУП "РСК «МиГ», ОАО «Моторостроитель», ОАО «Авиаагрегат», МРК Магнитогорского Комбината, НПО Машиностроения, ГKNПЦ им Хруничева, ОАО «Мотор-Сич», ИЭМЗ «Купол», ОАО "Аксion", ДООО "Ижевский оружейный завод", "ЧМЗ" (г. Глазов), МКБ «Радуга», ТМКБ «Союз», корпорации Apple, Siemens, и многие другие.

Книги

Быков А. В., Силин В. В., Семенников В. В., Феоктистов В. Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 320 с.: ил. ISBN 5-94157-379-0 УДК 681.3.06 ББК 32.973.26-018.2 Б95

Быков А. В., Гаврилов В. Н., Рыжкова Л. М., Фадеев В. Я., Чемпинский Л. А. Компьютерные чертежно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: Учебное пособие для проф. образования / Под общей редакцией Чемпинского Л. А. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 224 с.: ил. ISBN 5-7695-0903-1 УДК 681.3.068.5015 ББК 34.42 К63

Ссылки

- <http://www.adem.ru/>
- <http://www.pcl-ulm.de/>

Глава II. Первые шаги и быстрый старт

Одной из важнейших форм технического образования на базе IT технологий является самостоятельное обучение на основе методик "Быстрого старта". Данный подход позволяет в короткий срок пройти важнейший этап ознакомления с системой и осуществить первый самостоятельный "выезд", если прибегнуть к терминам конного спорта.

После прохождения этапа быстрого старта дальнейшее обучение специалиста происходит уже на основе его осознанной потребности расширения знаний для более эффективного управления системой и для решения различных целевых задач.

Наиболее эффективными являются те методики "Быстрого старта", которые позволяют проследовать весь путь, вплоть до финальных разделов курса. Такие методики позволяют изначально ознакомиться с общей задачей и наметить всю цепочку этапов, подробное изучение которых в дальнейшем приведет к нужному результату.

Предлагаемая методика ориентирована на студенческий вариант лицензии ADEM 8.1.

1. Плоское моделирование и оформление конструкторской документации

Важнейшим конструкторским документом является чертеж – документ, содержащий изображение детали или сборочной единицы и другие данные, необходимые для их изготовления и контроля.

Из ЕСКД: Чертеж относится к основным конструкторским документам и является стержневой частью документации для производства. В нем заключена информация о геометрии изделия и технические требования. В нем отражен замысел конструктора и определена мера ответственности служб, участвовавших в разработке.

Базой для формирования чертежей является конструкторская модель (протяжка) изделия. При ручном способе проектирования для протяжки используются традиционные конструкторские инструменты: линейки, циркули, лекала и пр. При этом точность построений физически не может быть лучше толщины пера, в среднем погрешность равна 0.5 мм. Для ручного плазового метода с использованием специальных инструментов точность может достигать 0.1 мм.

При компьютеризированном способе, с использованием плоских CAD систем, родительскую функцию для чертежных документов, как и ранее, выполняет плоская модель, но уже в электронном виде. При этом точность построений возрастает в значительной мере, и погрешность составляет не более 0.00001 мм.

Электронная плоская модель состоит из плоских геометрических примитивов, таких как: отрезки, дуги, окружности, эллипсы, сплайн-кривые, полилинии и т.п.

Интерфейс модуля ADEMCAD

Перед началом работы ознакомьтесь с названиями основных частей интерфейса, а также названиями панелей инструментов модуля ADEMCAD.

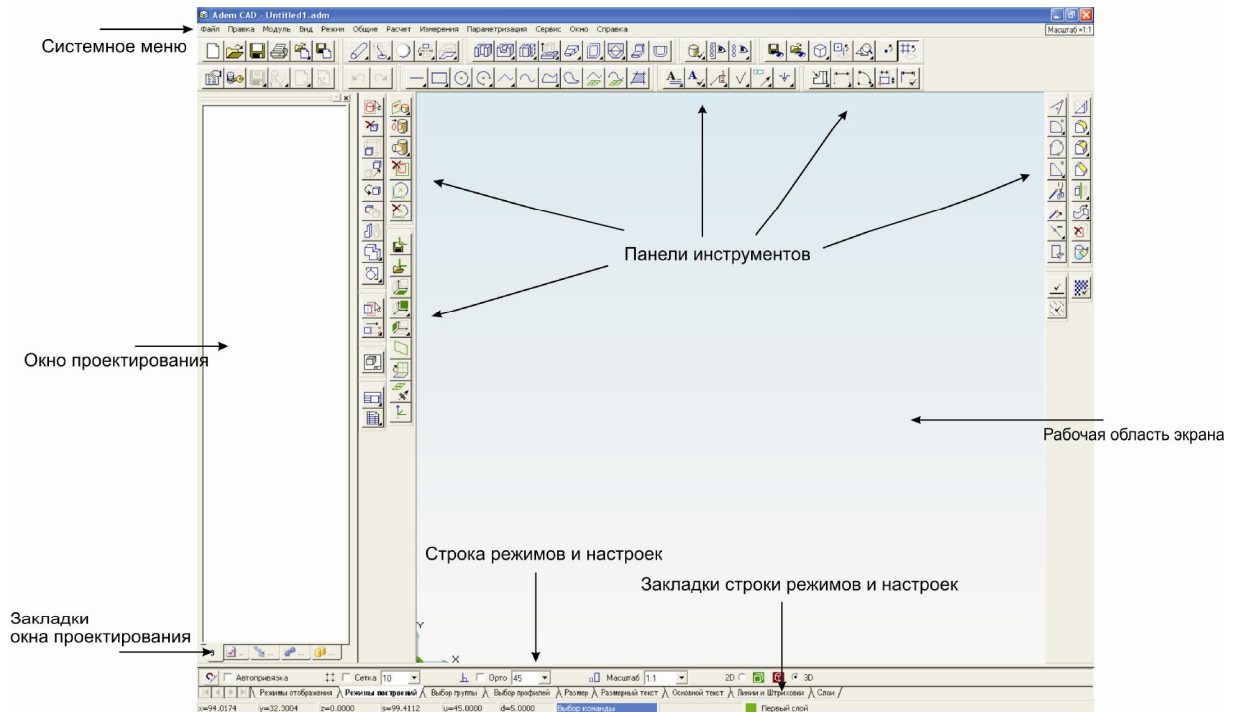


Рис. Основные части интерфейса модуля ADEMCAD

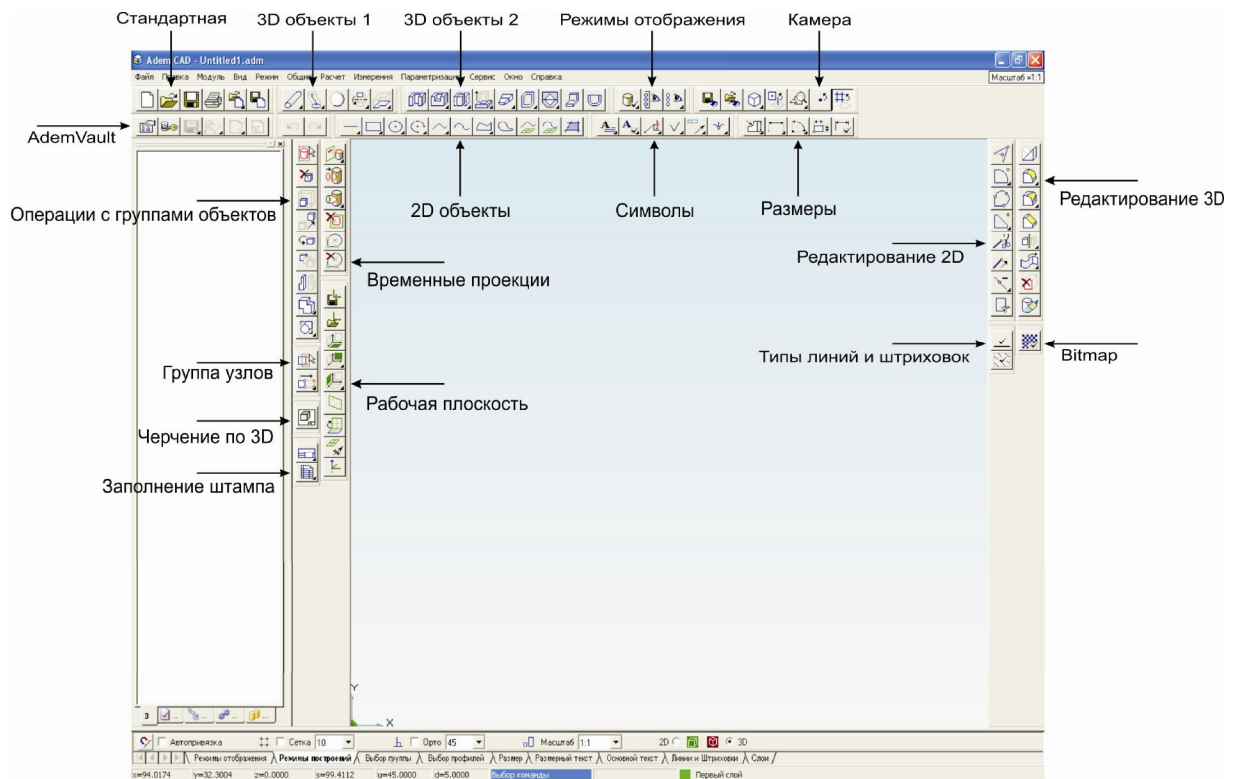
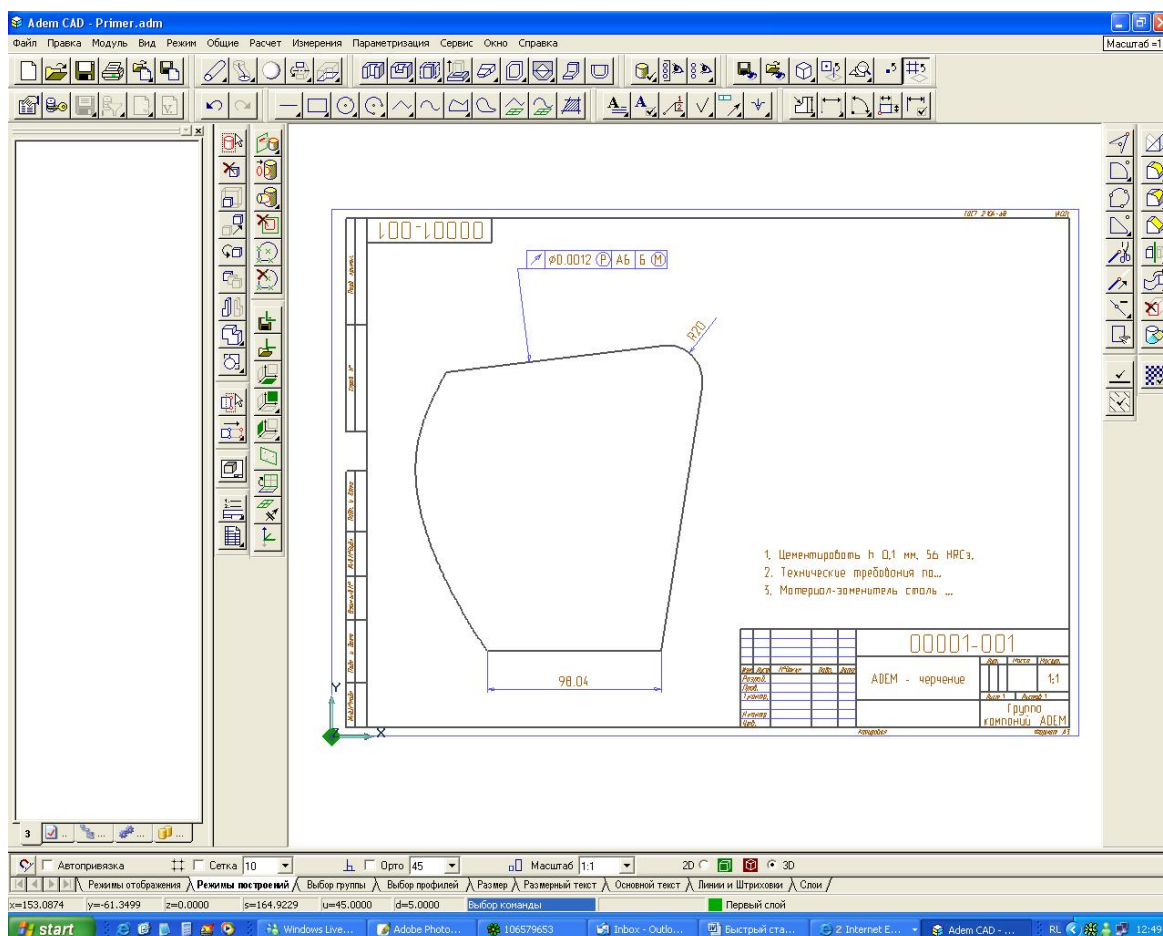


Рис. Панели инструментов в модуле ADEMCAD

Построим и оформим простейший чертеж в модуле ADEM CAD. Результатом наших действий будет геометрия представленная на рисунке ниже:



Построение примитивов

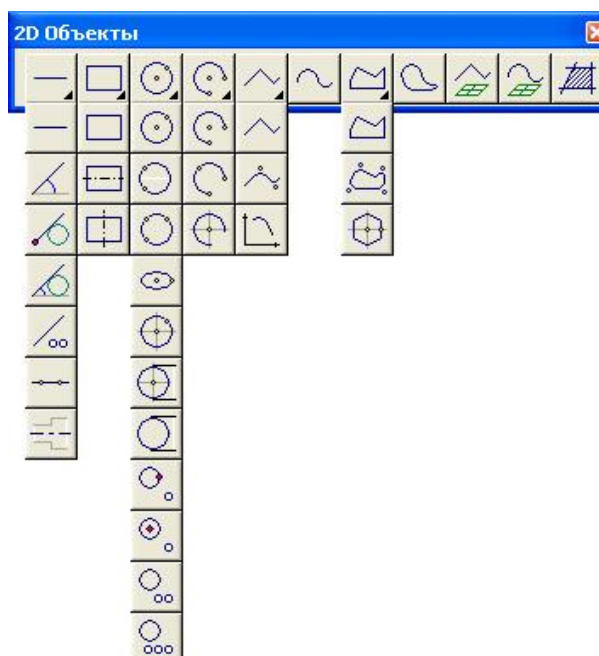
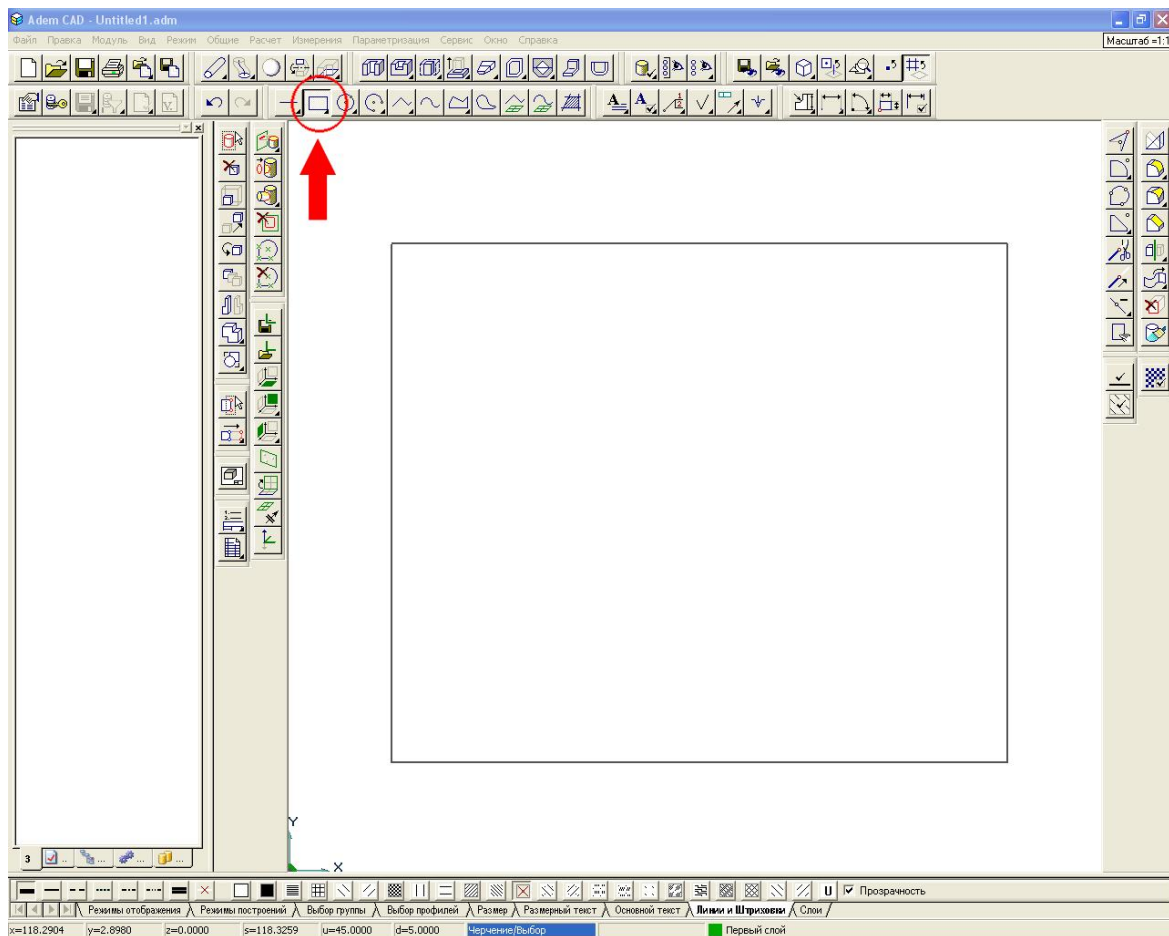
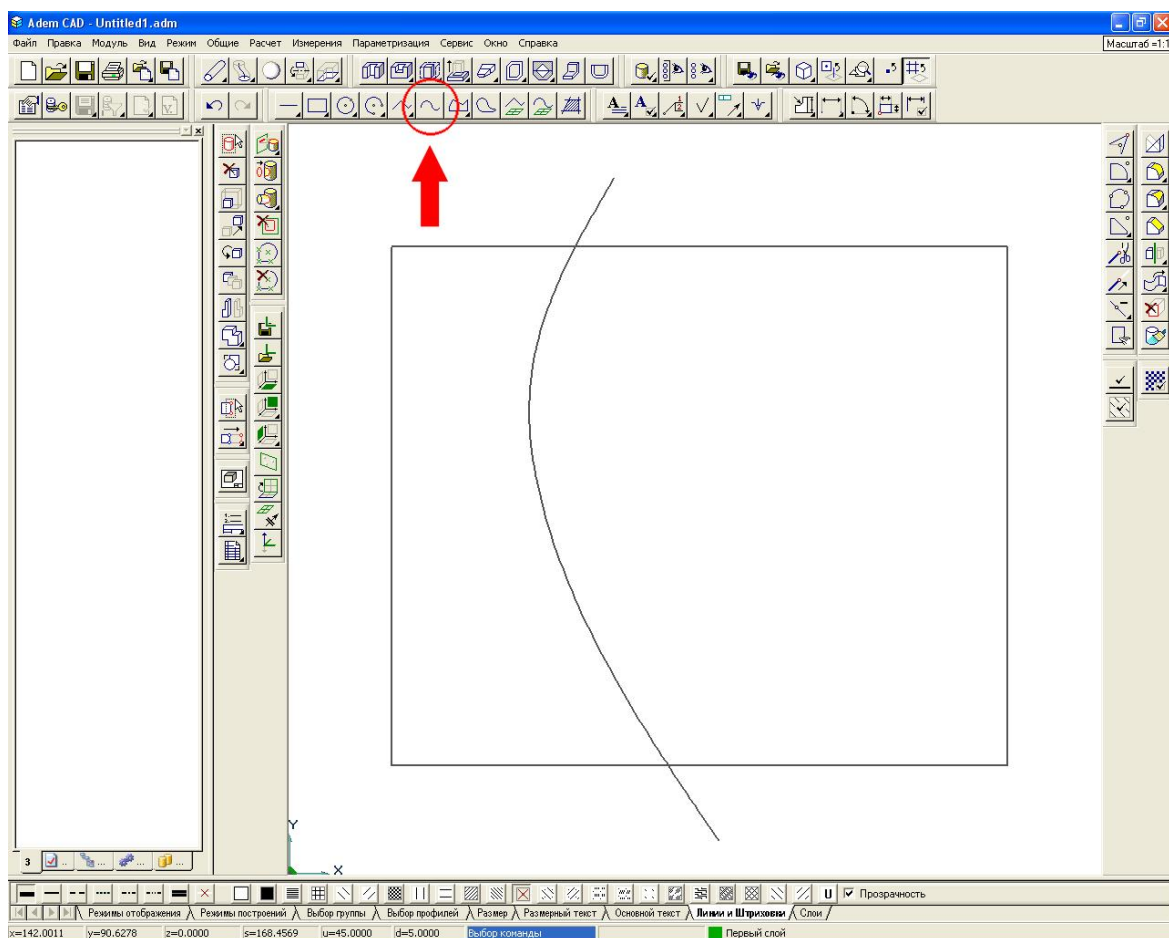


Рис. Панель геометрических примитивов

Прямоугольник  строится по двум точкам на диагонали (другие варианты построения прямоугольников см. на выпадающей панели, а также главу 14.3 документации).



Сплайн-кривая  строится по нескольким точкам. Построение завершается нажатием клавиши <ESC> (другие варианты построения сплайн-кривых см. на выпадающем меню, а также главу 14.3.10 документации).



Редактирование примитивов

Редактирование уже созданных примитивов можно осуществлять различными способами: изменять положение опорных точек (узлов), вставлять или убирать опорные точки, обрезать элементы, создавать скругления или фаски в углах элементов или между элементами, создавать описанные дуги и др.

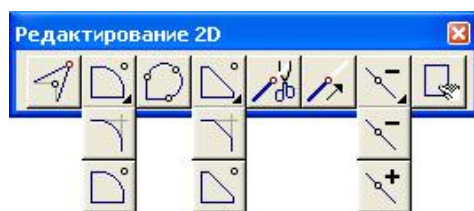
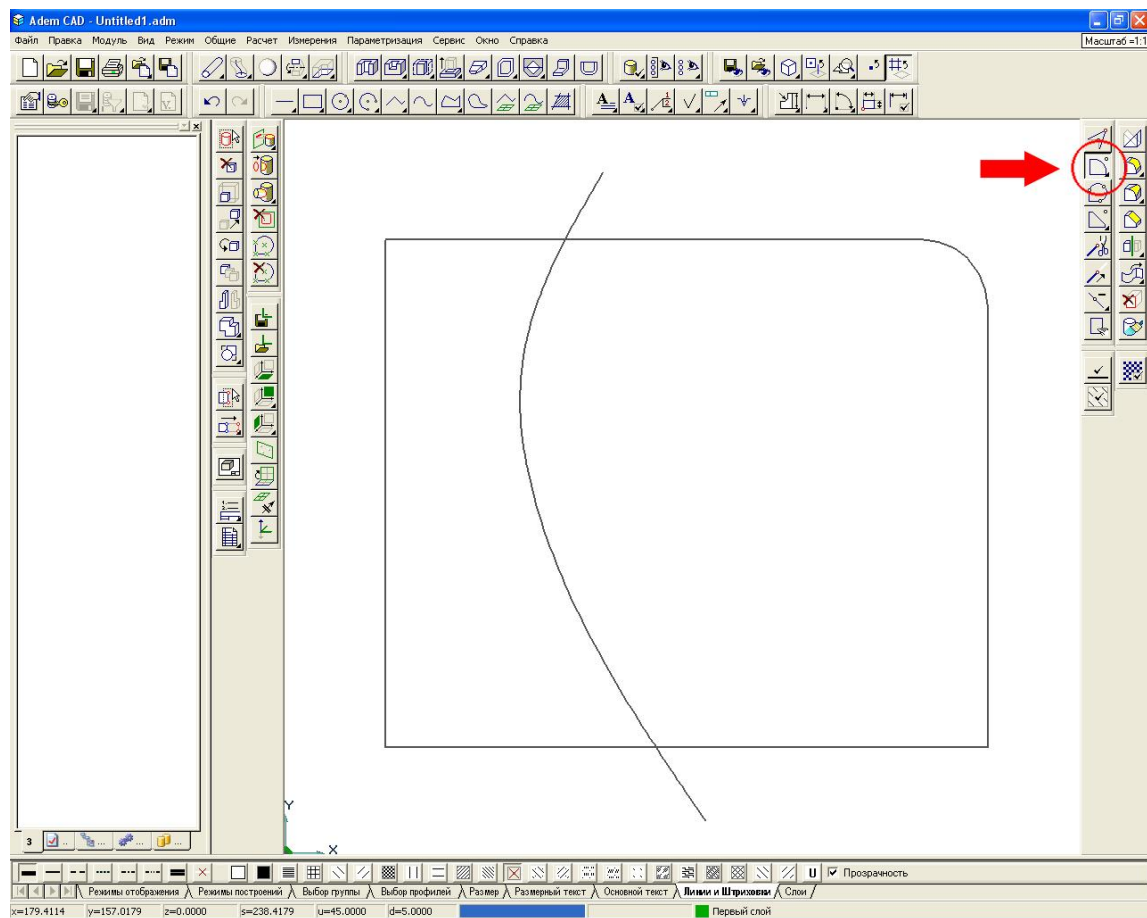
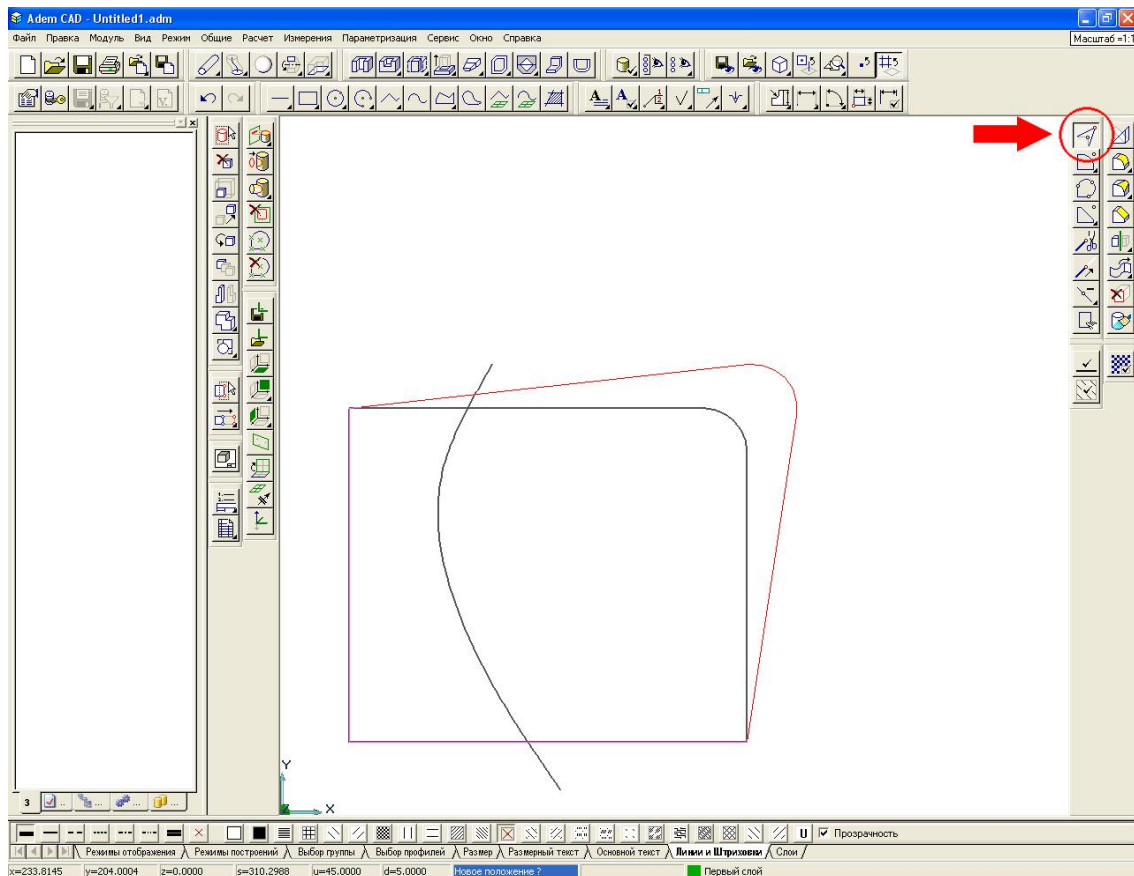


Рис. Панель плоского редактирования

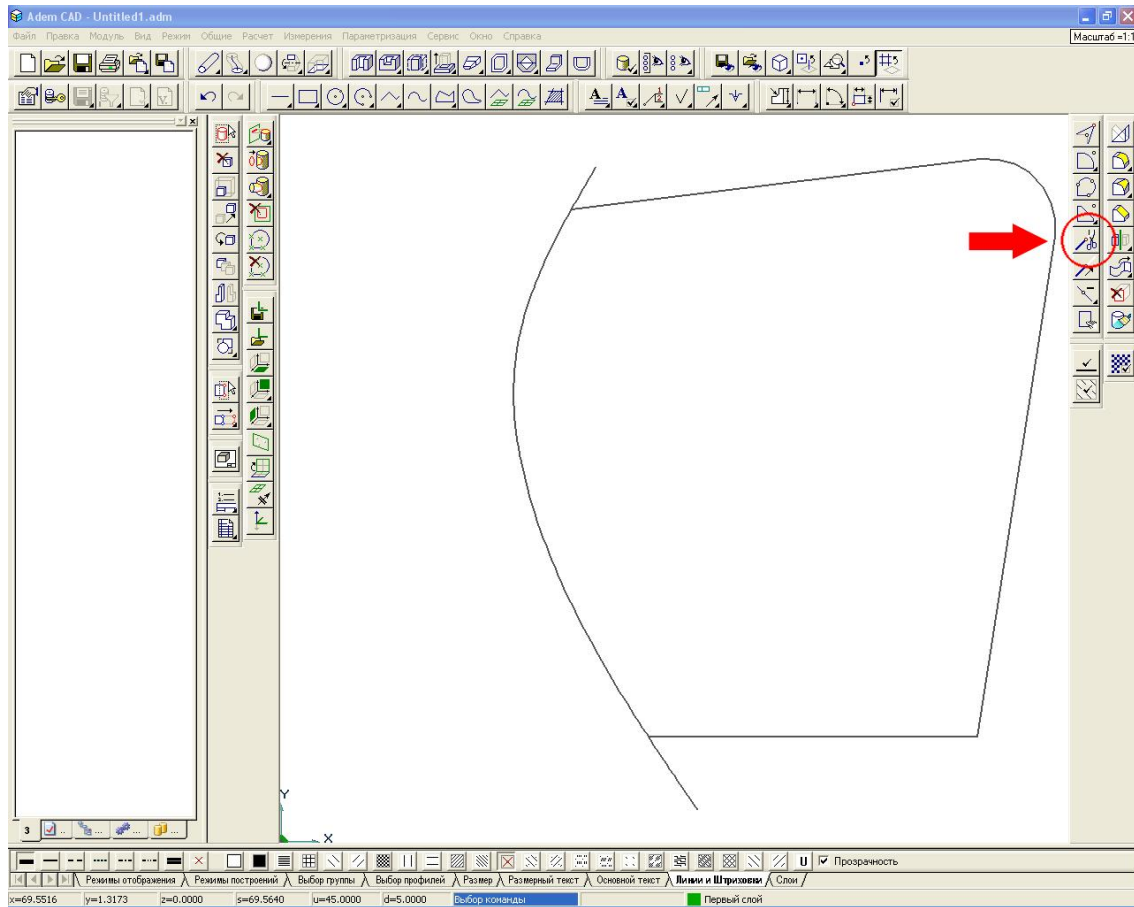
Скругление угла элемента  осуществляется заданием значения радиуса скругления (например = 15 мм) и указанием опорной точки угла (другие варианты см. на выпадающих панелях, а также главу 18.2.3 документации)

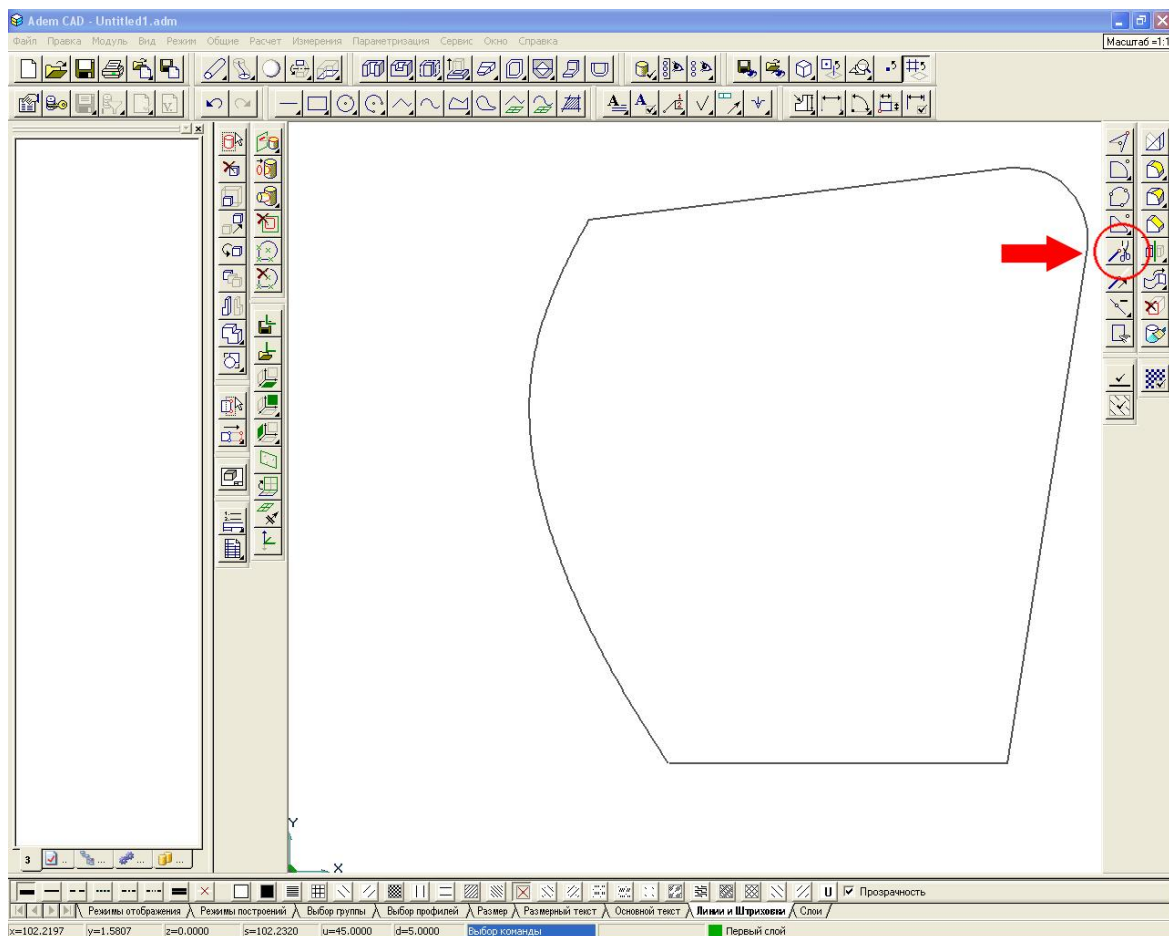


Корректировка (перенос опорных точек)  осуществляется указанием на узел и его нового положения (другие варианты корректировки см. на выпадающем меню, а также главу 18.2.1 документации).



Обрезка (триммирование) элемента другими элементами  осуществляется указанием на удаляемую часть элемента (другие варианты триммирования см. на выпадающем меню, а также главу 18.2.4 документации).





Управление изображением

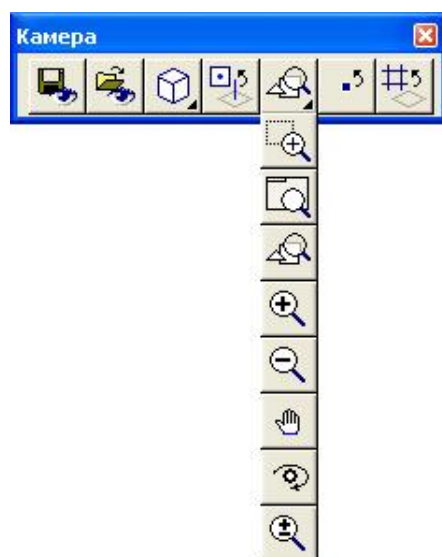
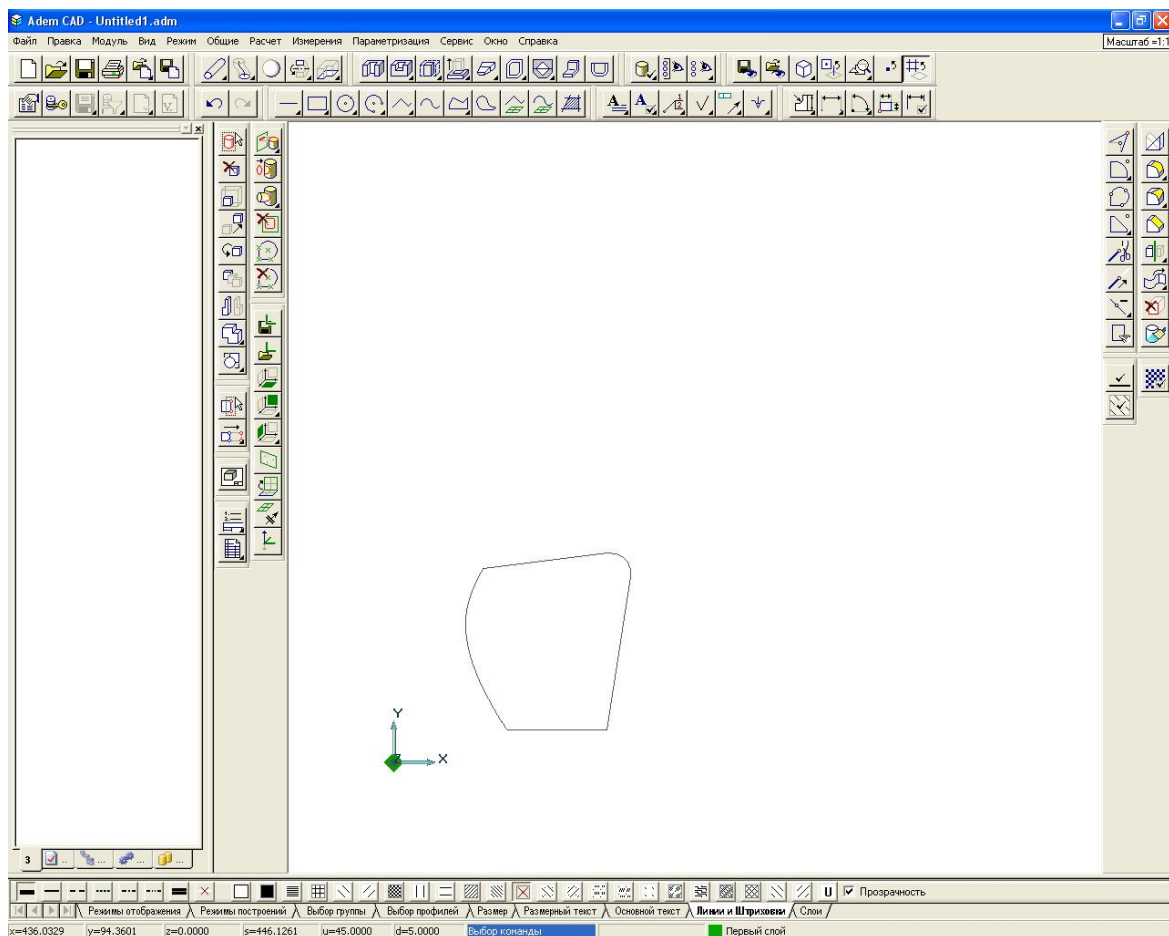
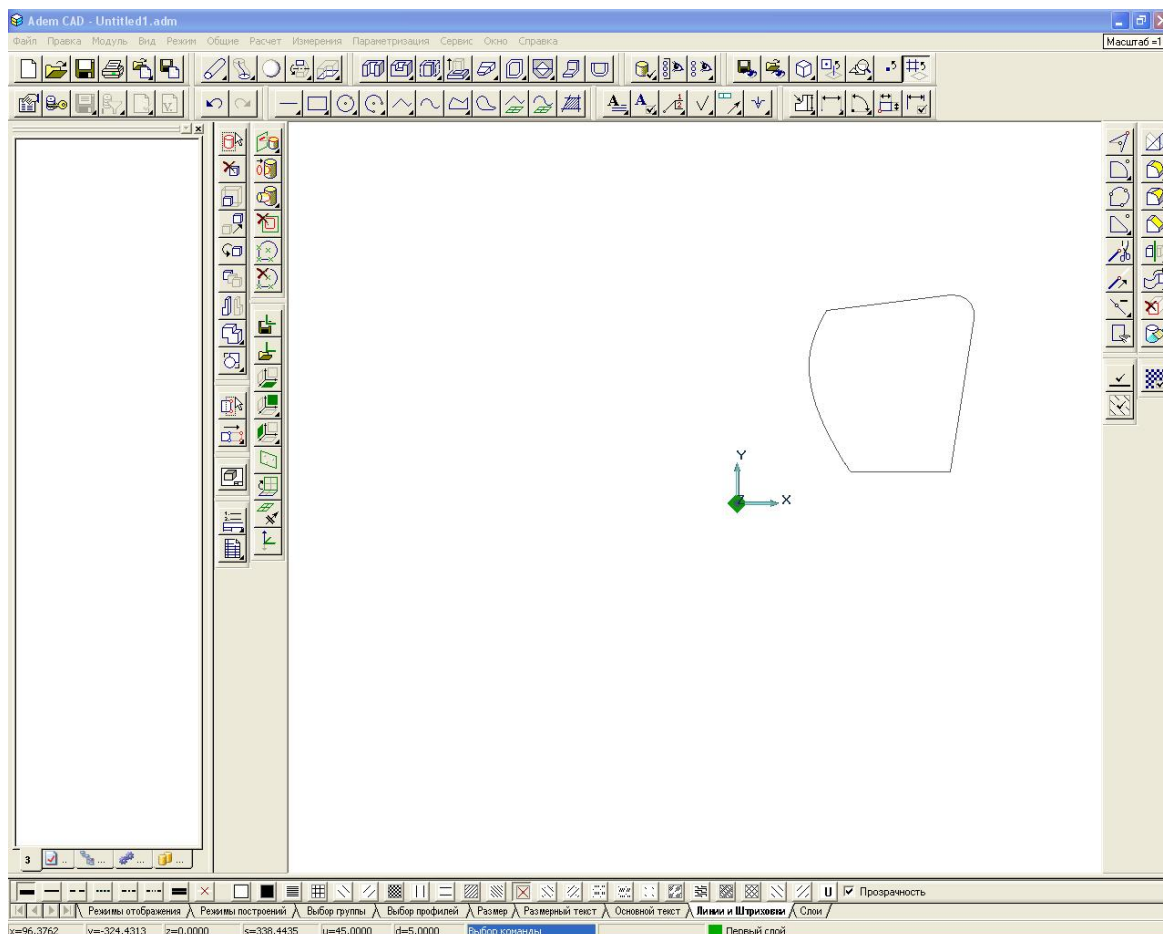


Рис. Панель Камера (с дополнительной панелью управления изображением)

Изменение масштаба изображения (уменьшение/увеличение) осуществляется как вращением колеса мышки, так и через панель работы с окнами или нажатием горячих клавиш <Q>, <E>, <W>, <R> (см. также главу 7 документации).



Сдвиг изображения осуществляется как нажатием клавиш со стрелками в сочетании с нажатой клавишей **<Control>**, так и движением мышки в сочетании с нажатой левой кнопкой и клавиши **<Control>**, (см. также главу 7 документации).



Эффективно использовать также дополнительную панель управления изображением.

Изменение положения и ориентации геометрических примитивов

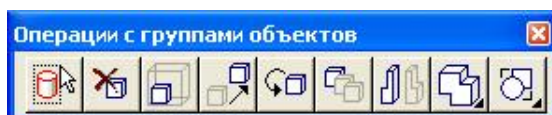
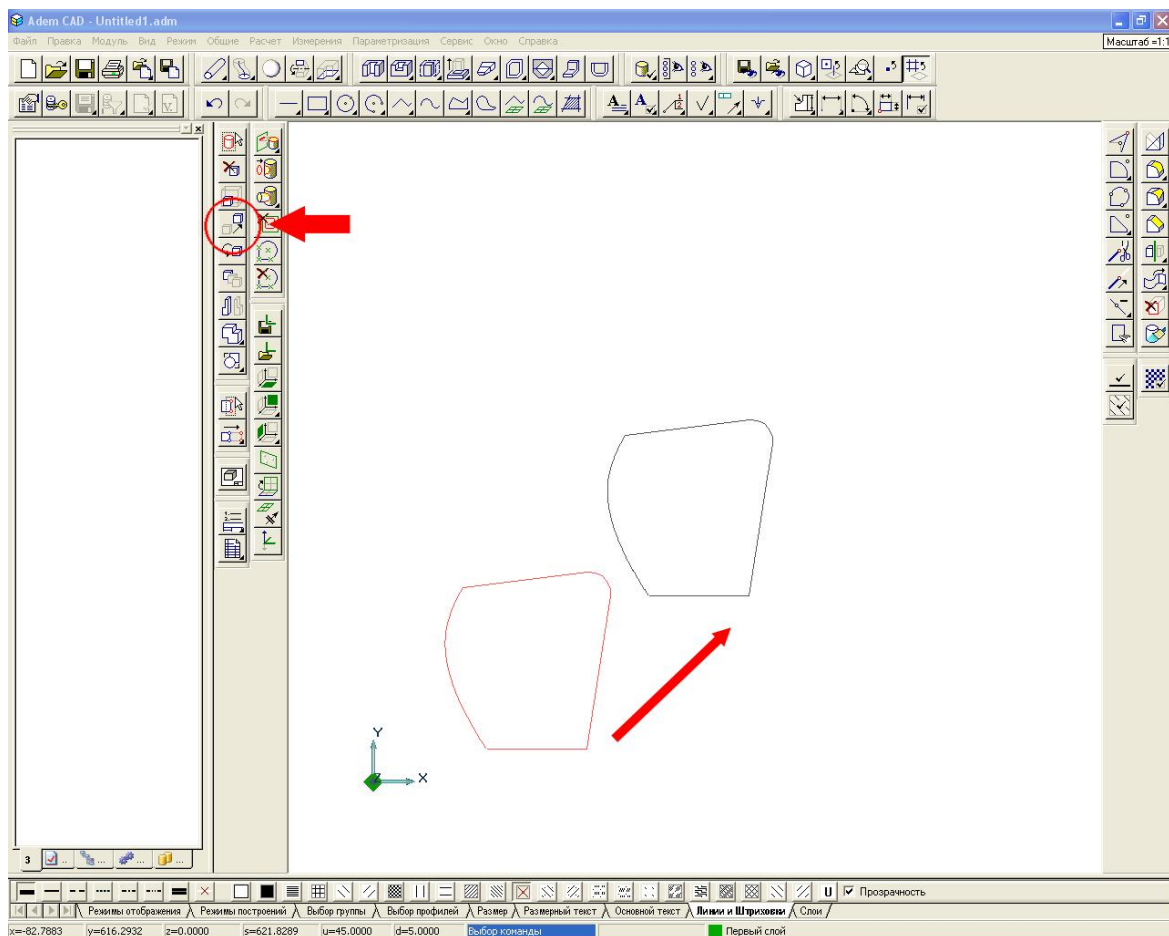


Рис. Панель работы с группой элементов

Изменение положения группы элементов  осуществляется операцией перенос с предварительным включением элементов в группу и с указанием исходной и конечной точки переноса (см. главу 18.3 "Функции редактирования 2D и 3D элементов").



Оформление КД

Возможно применение как встроенных элементов оформления (см. главу 14.5 документации), так и каталожных (см. главу 22 документации)

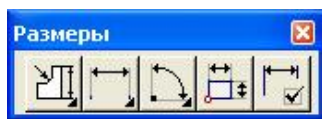
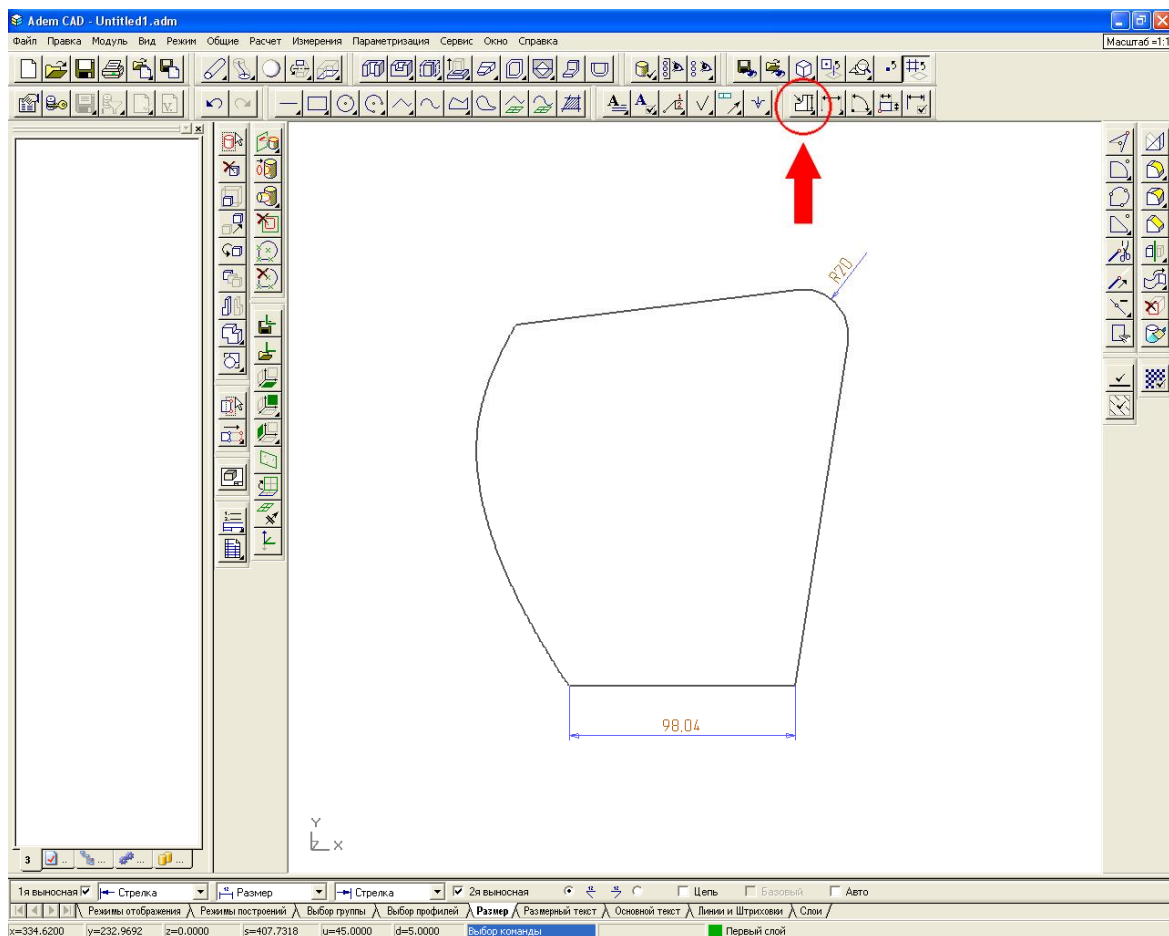
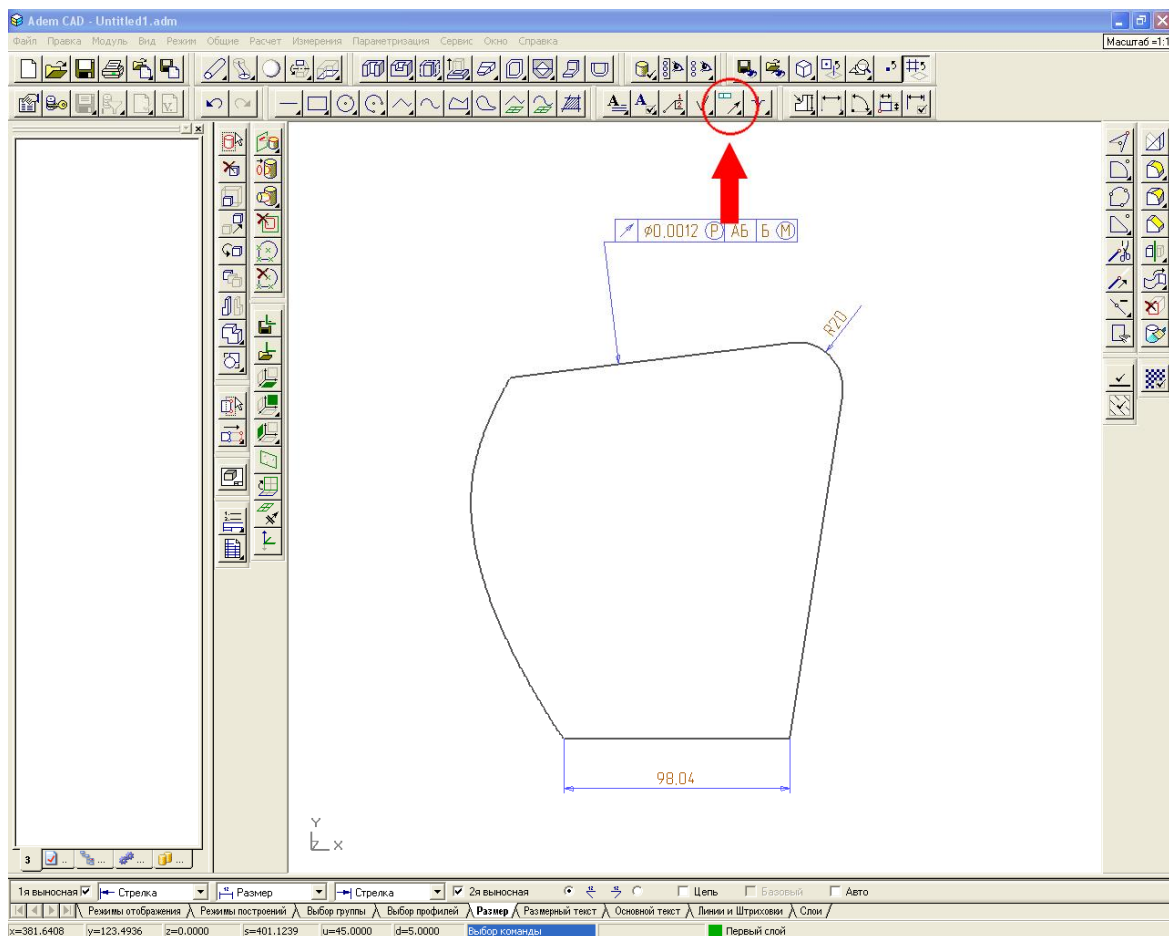


Рис. Панели построения размеров и специальных символов

Построение размеров можно осуществлять командой Универсальный размер . Для простановки размеров указывайте ребра элемента и устанавливайте размерные блоки на поле чертежа (см. главу 14.5 документации). При простановке линейного размера укажите ребро контура и нажмите **<Esc>**.



Обозначение отклонений  и шероховатости  осуществляется указанием на ребро элемента (см. главу 14.5 документации).



Форматка и основная надпись устанавливаются выбором из главного меню Режимы/Формат листа.

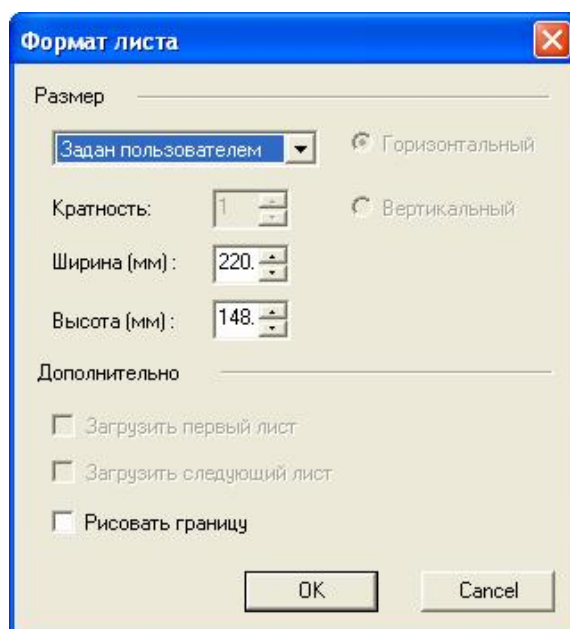
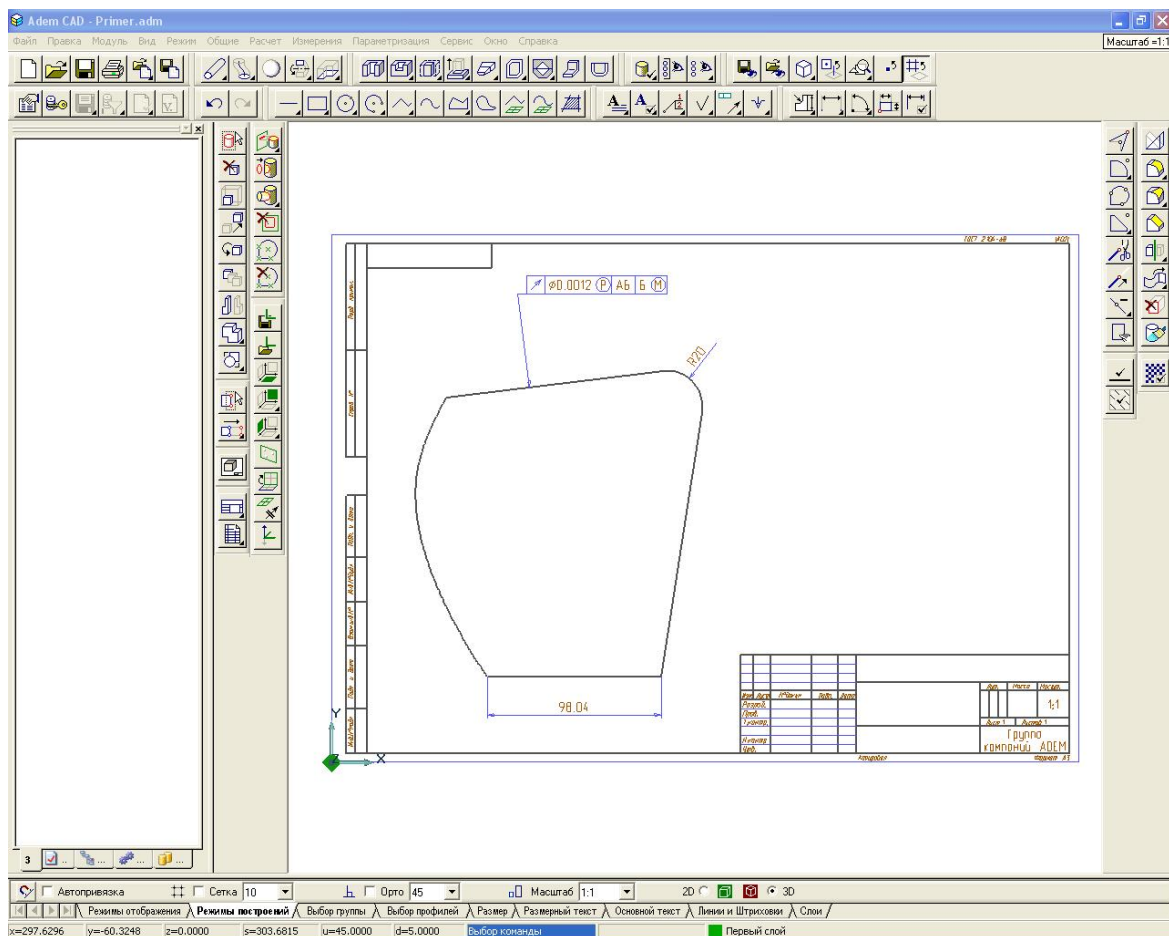


Рис. Диалог "Формат листа"



Если взаимное расположение чертежа и форматки требует корректировки, то можно изменить положение группы элементов, как это было описано выше.

Заполнение штампа осуществляется заполнением карточки документа и последующим

нажатием команды «Заполнить штамп» . Ввод и редактирование информации в поля штампа чертежа производится из диалога «Свойства», который вызывается нажатием кнопки «Свойства» на панели ADEMVault.

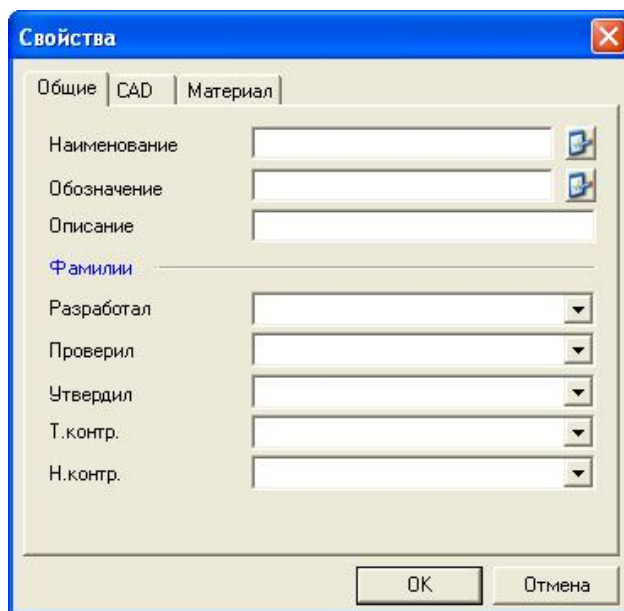
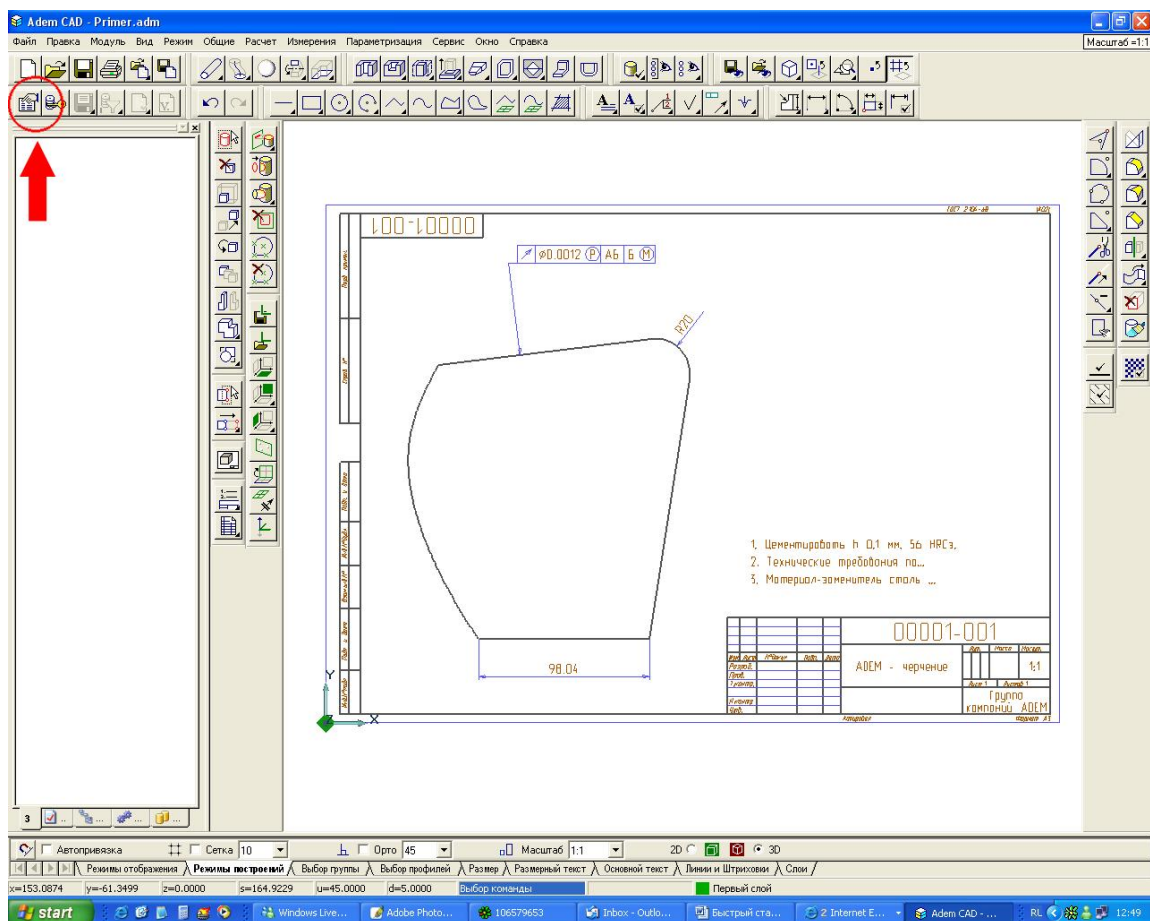


Рис. Диалог «Карточка документа»

Заполнение техтребований осуществляется вводом данных в диалоге «Техтребования», который можно вызвать нажатием кнопки  на дополнительной панели «Заполнение штампа».

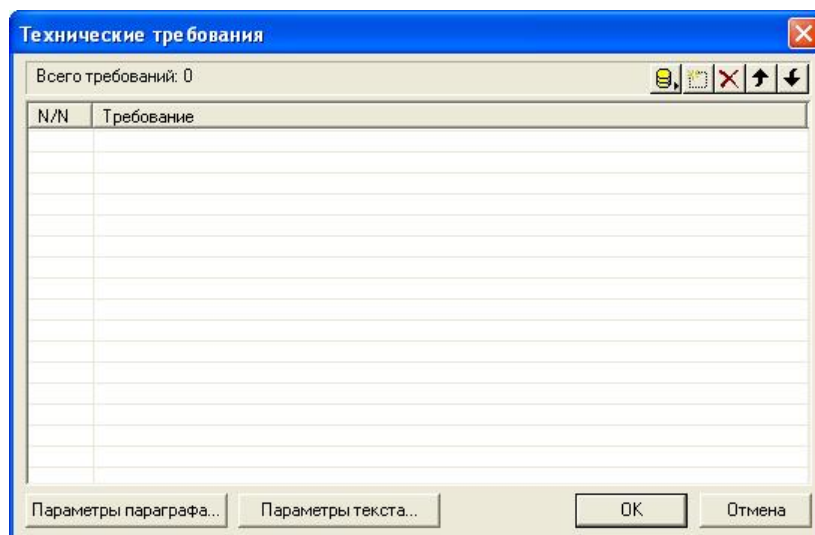
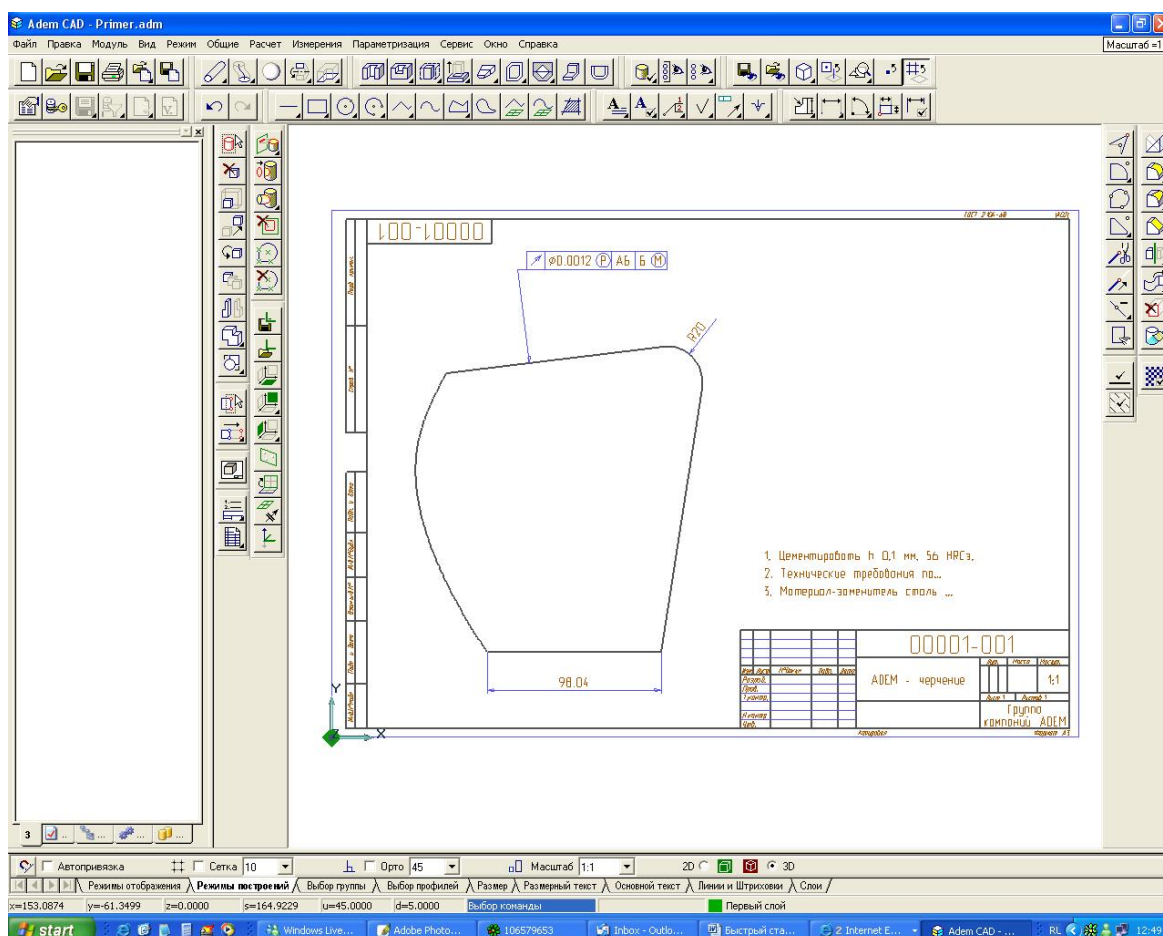


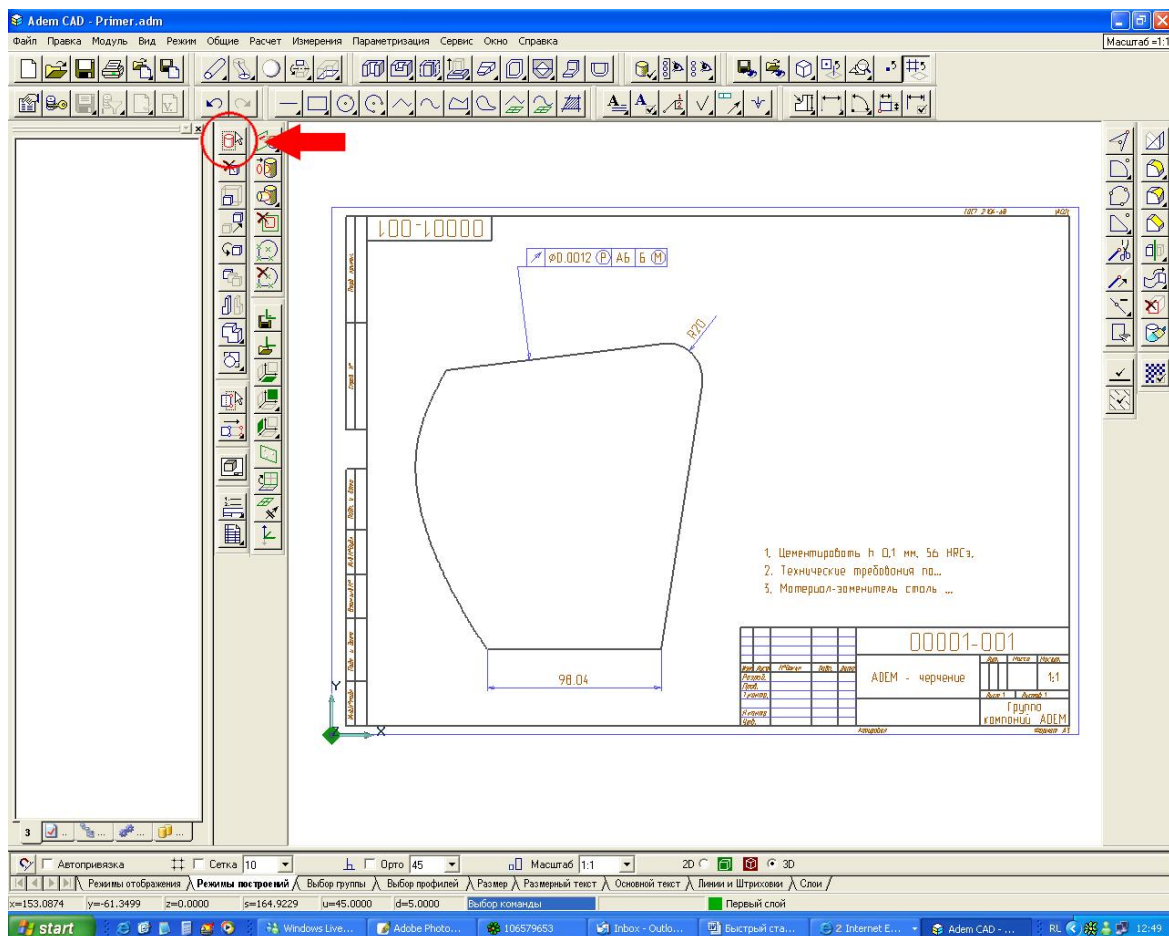
Рис. Диалог «Техтребования»



Удаление элементов чертежа

В процессе плоского черчения часто нужно удалить с чертежа элементы.

Удалить плоский элемент можно, предварительно выбрав его, используя команду «Выбор элементов» , и нажав кнопку «Удаление»  или клавишу на клавиатуре.



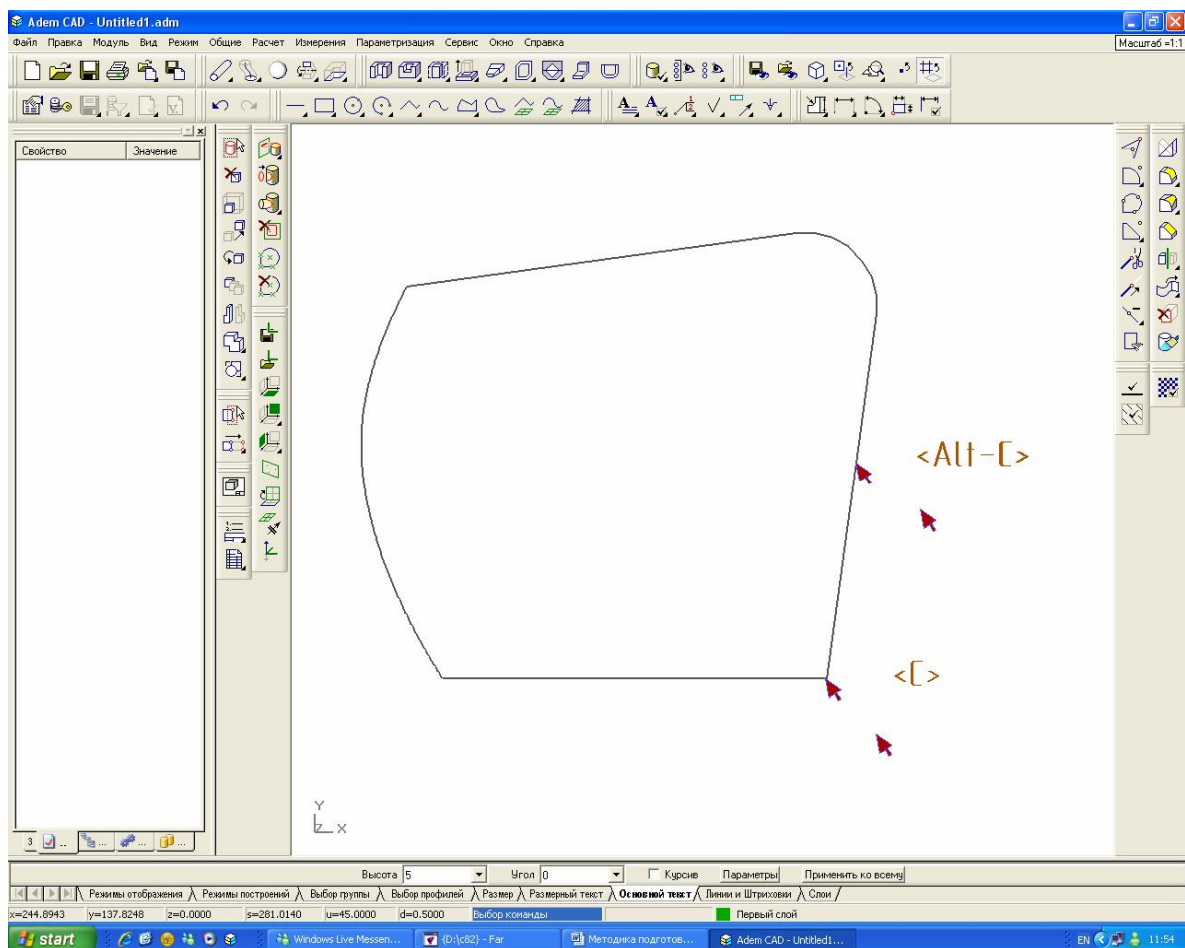
Удалить элементы формата можно предварительно включив режим редактирования формата (системное меню **Режим/Редактирование формата**).

Удалите формат, все размеры и обозначения с полученного чертежа.

Привязки и точные построения

При моделировании и черчении очень часто возникает необходимость установить курсор точно в какую-либо точку или переместить курсор из какого-либо положения в новое с заданными геометрическими параметрами, такими как дистанция, угол и т.п.

Привязку к точке или ребру можно осуществлять нажатием горячих клавиш **<C>** и **<Alt-C>** соответственно (см. главу 11.2 документации), при этом курсор притянется к ближайшему узлу или ребру элемента



Автоматическая привязка включается/выключается нажатием горячей клавиши <F> или на закладке «Режимы построений» снизу от рабочей области экрана, а режим ее выбирается через диалог «Режимы привязки» (см. главу 11.4 документации).

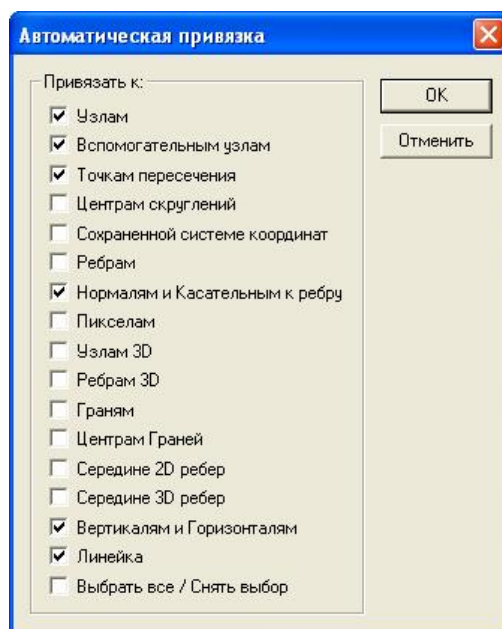


Рис. Диалог «Режимы привязки»

Точные построения см. главу 11.2 документации. Это одна из ключевых тем в системе ADEM, которая требует серьезного изучения.

2. Объемное моделирование

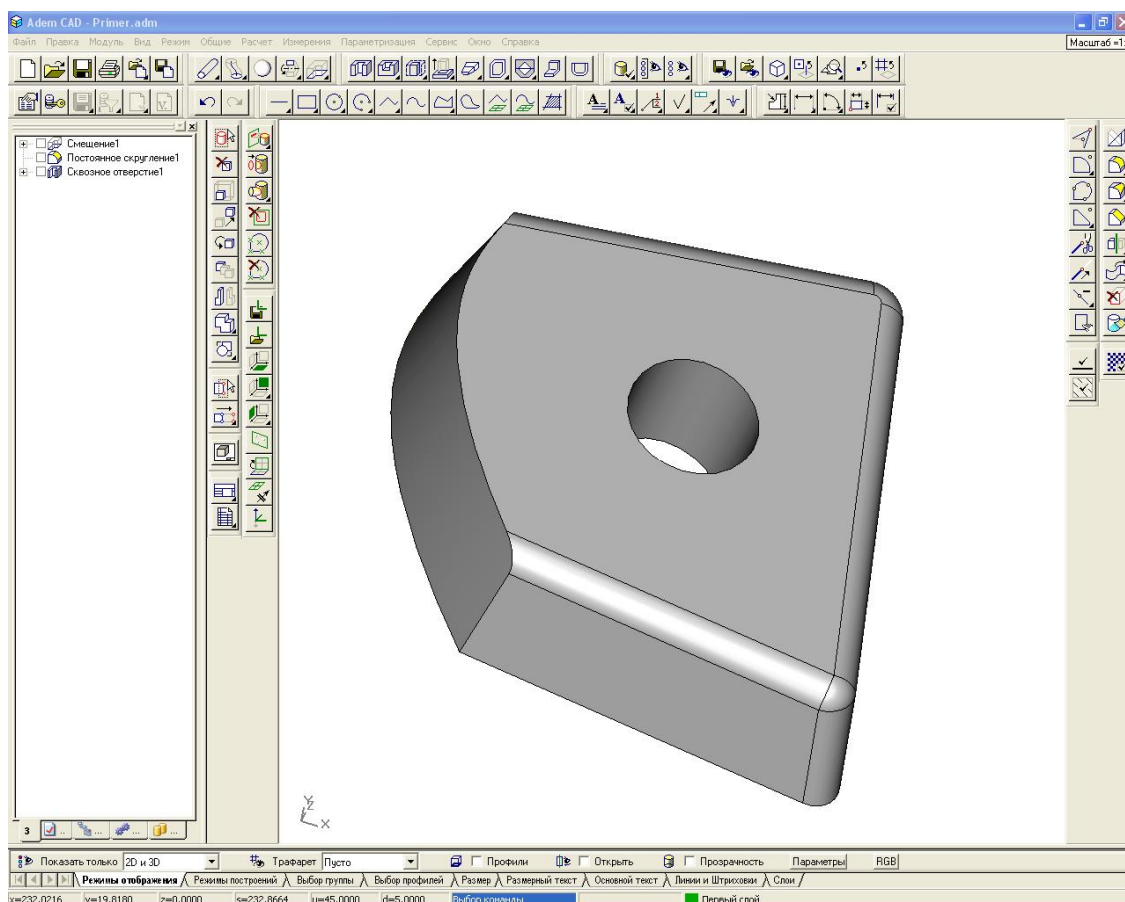
Плоский способ проектирования для сложных изделий с развитой пространственной структурой или формами имеет существенный недостаток. В его основе лежит неоднозначная геометрическая модель, выполненная по правилам начертательной геометрии и проекционного черчения. Эта модель не содержит геометрических объектов, эквивалентных материальным предметам, а только их проекции, составленные из графических примитивов.

Для проектирования сложных изделий необходимы CAD системы объемного моделирования. И причина здесь не только в третьем измерении. Дело в том, что главными объектами управления в данных системах являются не графические примитивы, а объекты, геометрически эквивалентные материальным предметам.

Например, болт в данной системе это объект "болт", а не виды слева, сверху, в разрезе и т.п. И в сборке это будет болт, а не его проекции-фантомы. Отсюда смотришь - есть, отсюда смотришь - нет. Объемная модель дает однозначное представление о геометрии объекта, независимое от субъективных факторов, таких как традиции исполнения чертежей, способность индивидуума к распознаванию и восстановлению образа изделия по чертежу.

Когда результатом проектирования становится модель изделия, то снимается множество вопросов, которые остаются невыясненными при простом выпуске комплекта КД. Если модель создана, то это однозначно говорит о том, что материальный объект с такой геометрией существовать может.

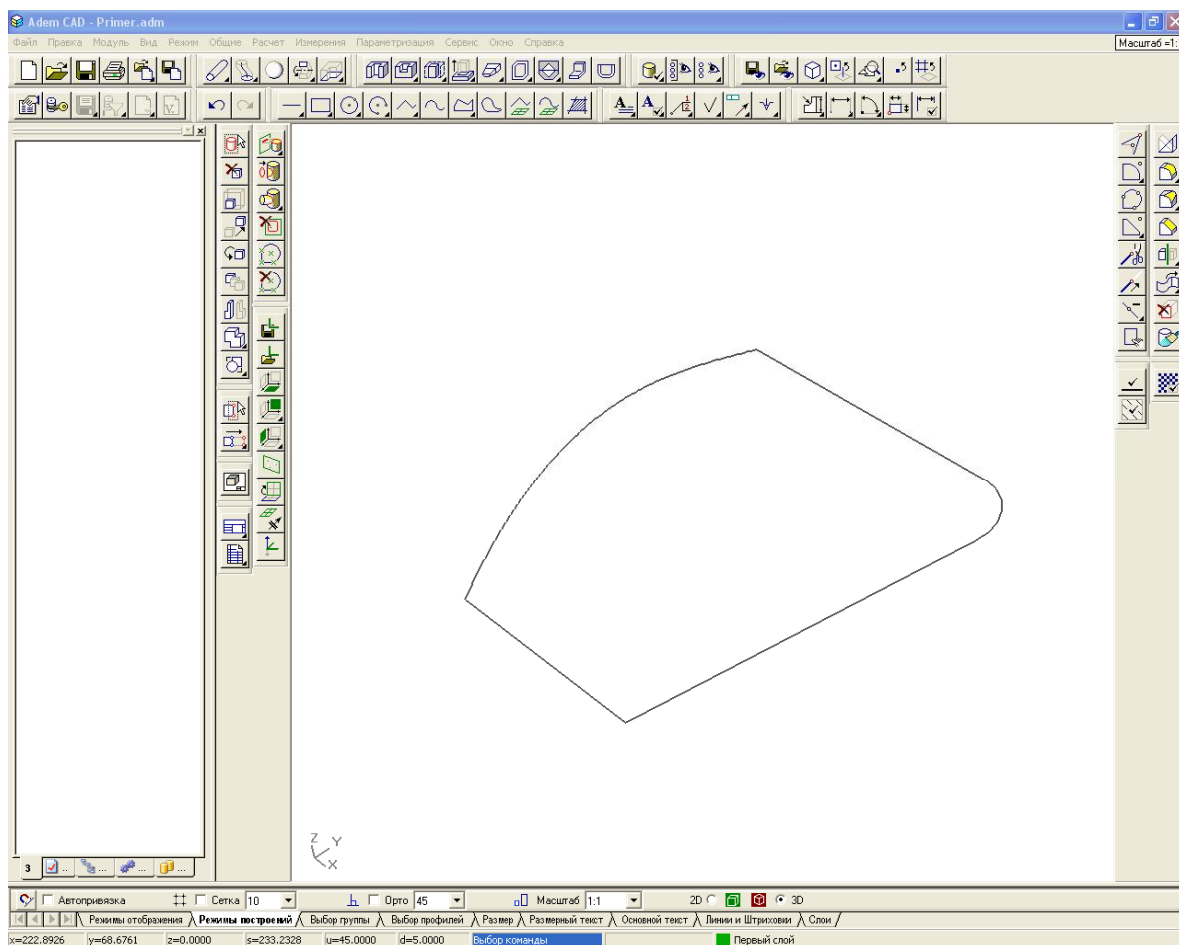
По эскизу созданному Вами в модуле ADEM CAD построим несложную объемную модель. Результатом наших действий будет геометрия представленная на рисунке ниже:



Изменение направления обзора

При работе с объемными телами удобно изменять направление обзора, чтобы получать полное представление о модели.

Изменение направления обзора осуществляется движением мышки при нажатой левой кнопке и клавиши <Shift> (см. также главу 7 документации).



Чтобы вернуть направление обзора на рабочую плоскость достаточно нажать клавишу <S>
на клавиатуре или кнопку .

Построение объемных тел

Построение объемных тел основывается на плоских профилях, пространственных профилях и гранях и ребрах самих объемных тел.

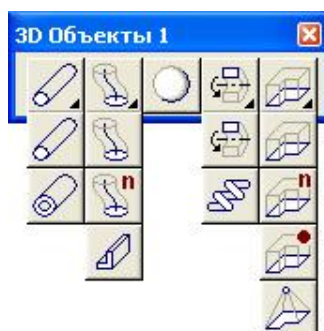
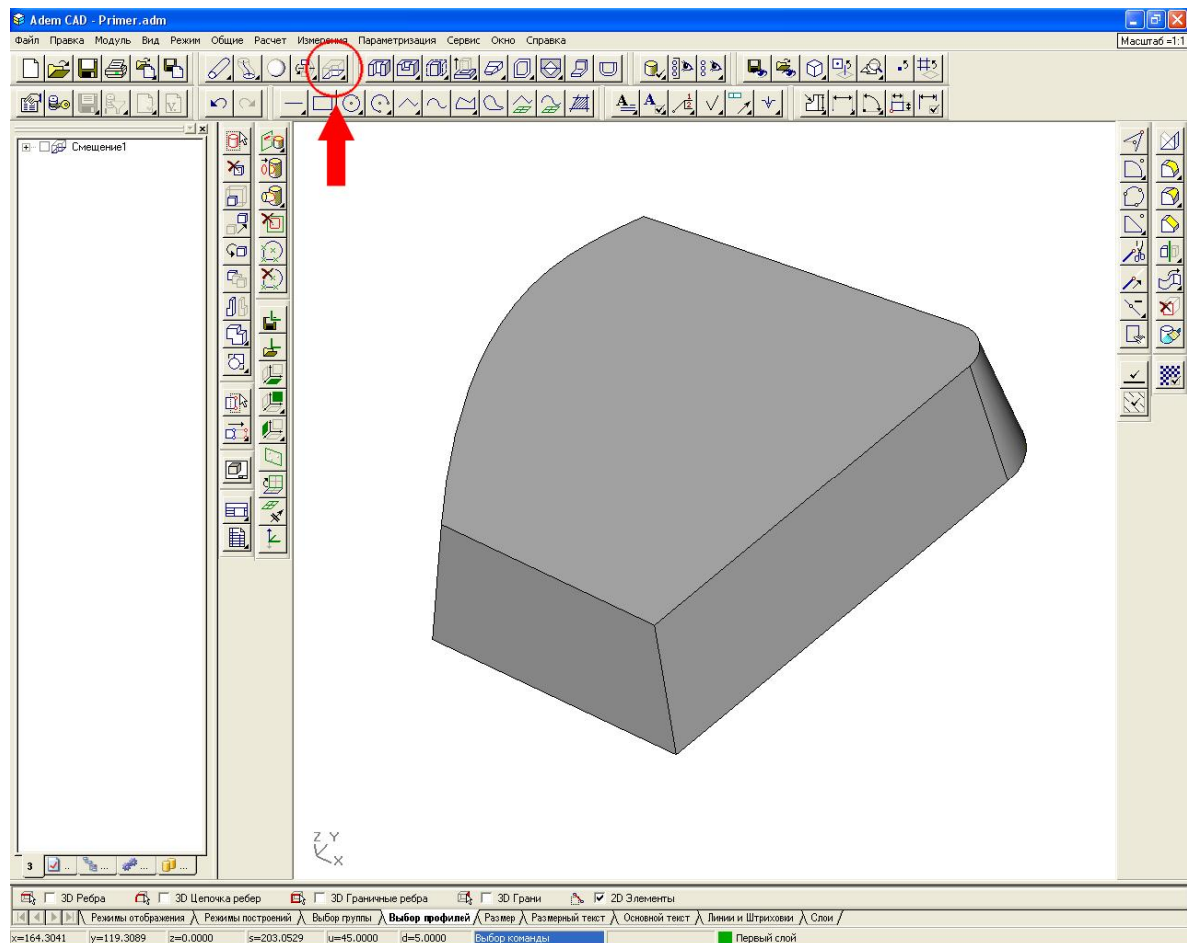


Рис. Панель 3D объекты

Смещение  строится по указанным плоским элементам и введенным параметрам, таким как высота (например 25 мм), угол уклона (например 10 градусов) и т.п. (другие варианты построения см. на выпадающей панели, а также главу 14.9 документации).



Редактирование объемных тел

Редактирование уже созданных тел можно осуществлять различными способами: изменять форму исходного профиля, отсекают объекты, создавать скругления или фаски на ребрах тел и др.

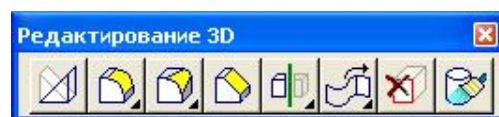
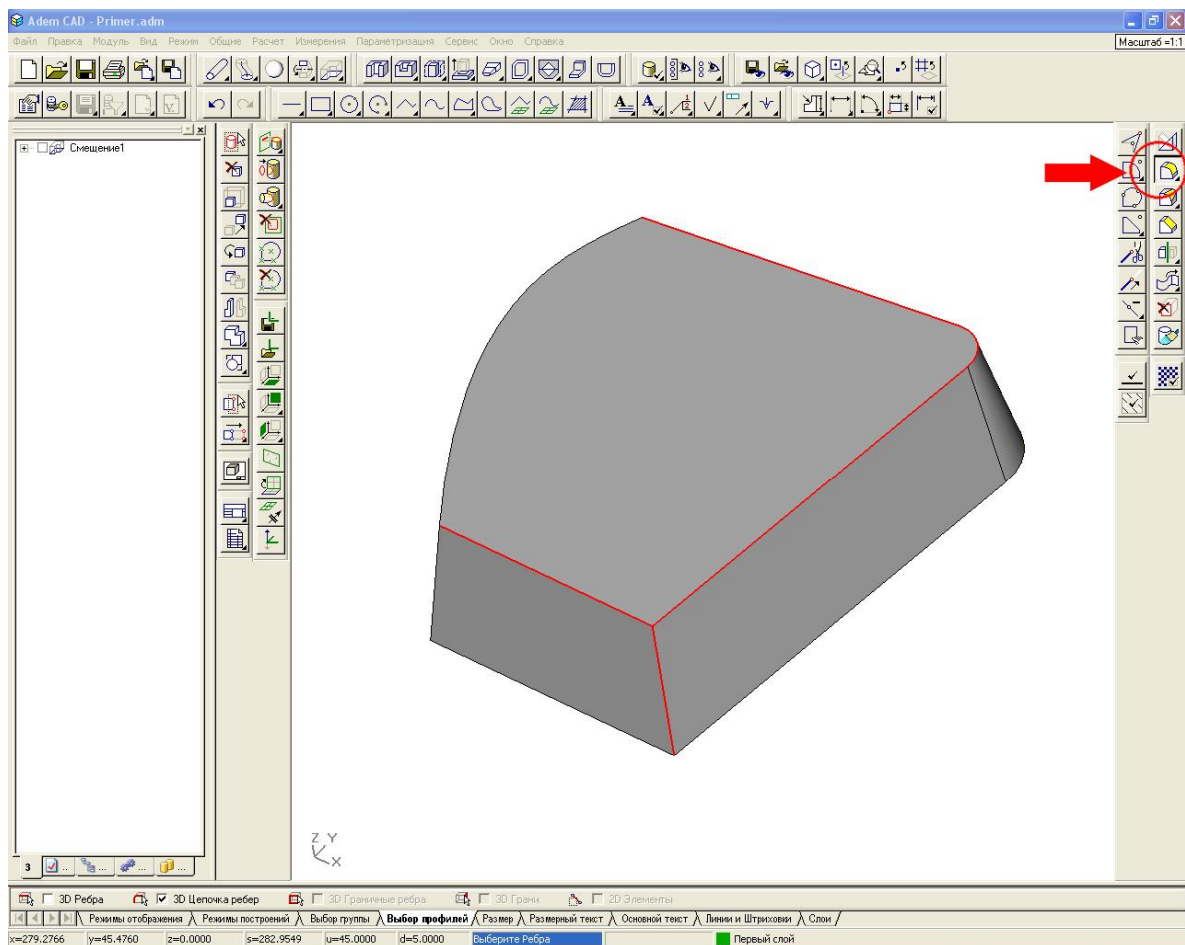
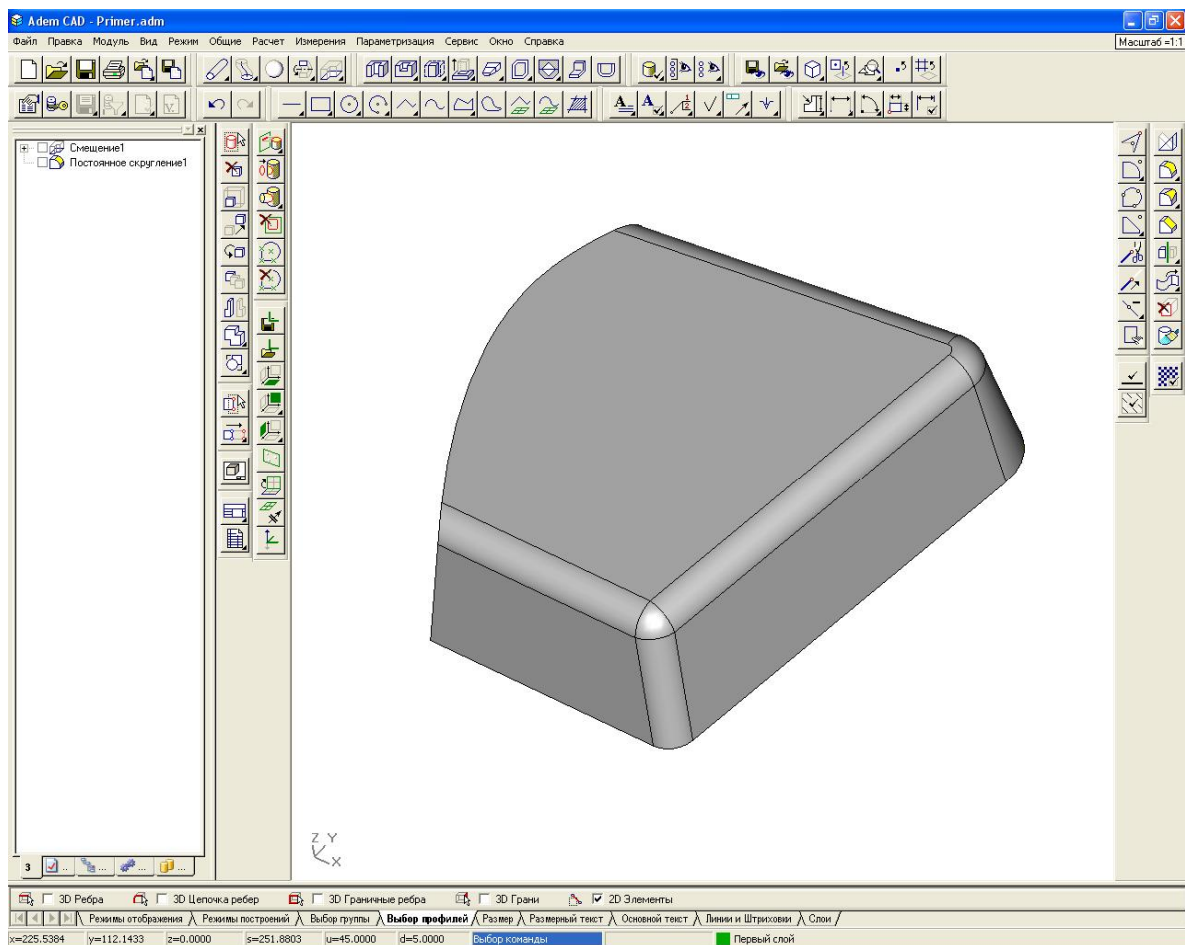


Рис. Панель объемного редактирования

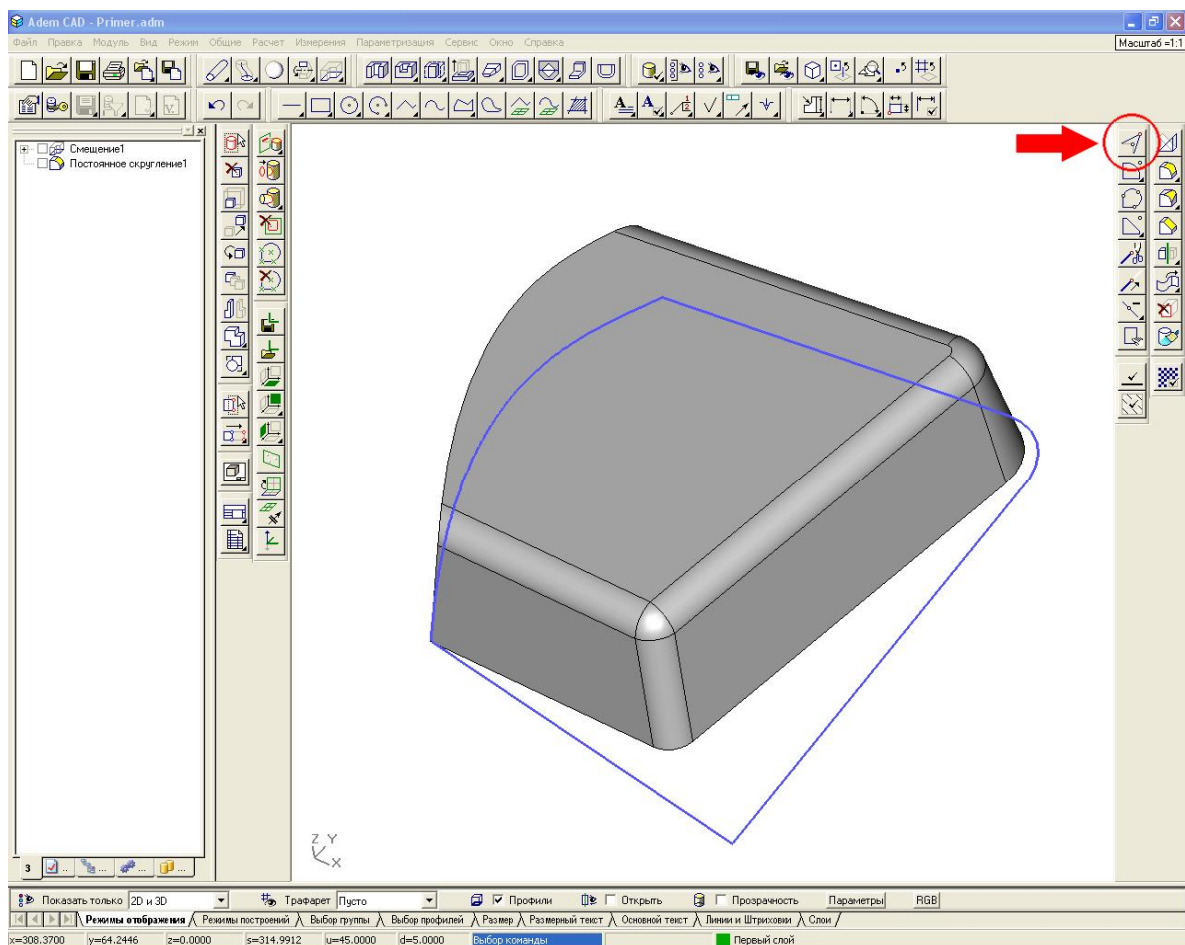
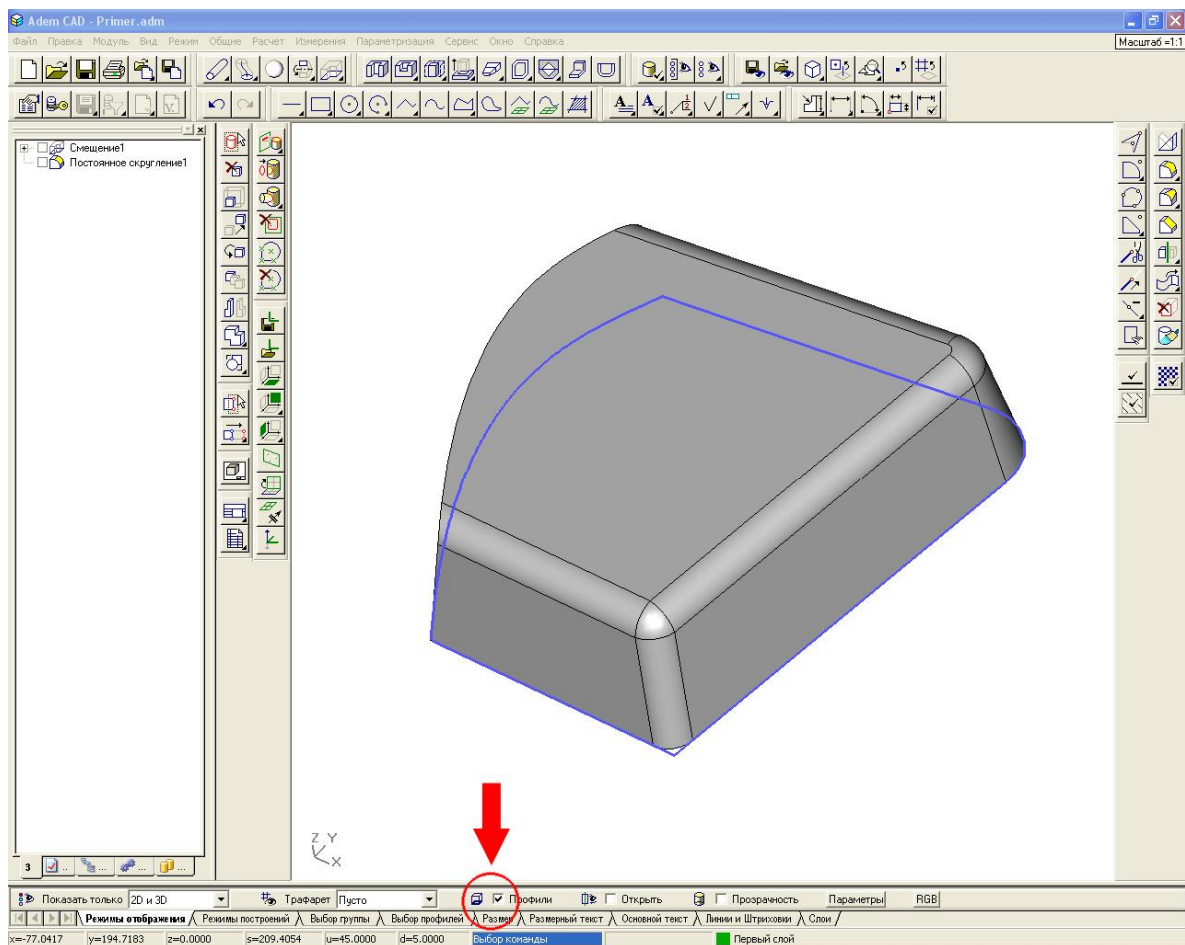
Скругление ребер тела  осуществляется указанием ребер тела и заданием значения радиуса скругления (например 10 мм) (см. также главу 18.5 документации).

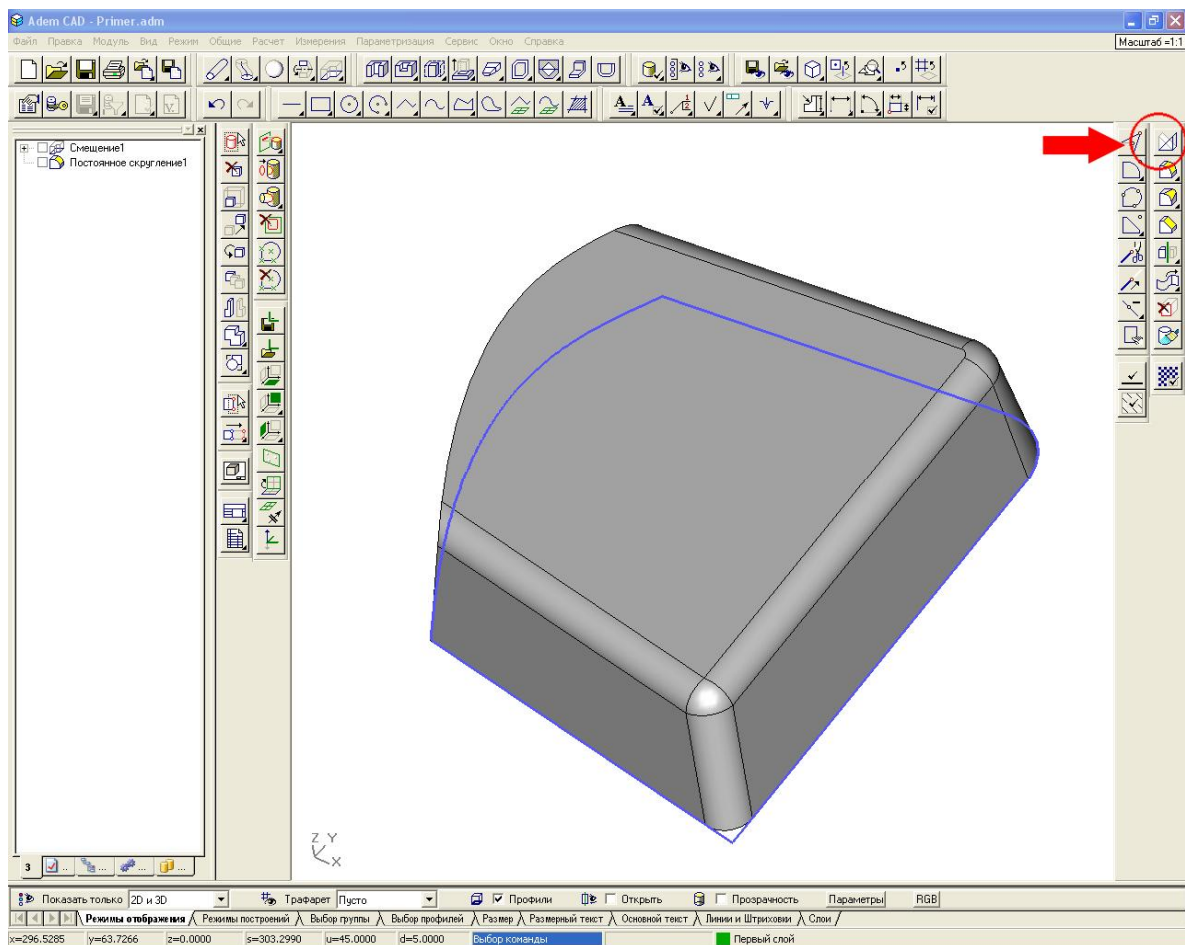


Редактирование изменением исходного профиля осуществляется нажатием на кнопку  после изменения формы профиля средствами плоского редактирования, например корректировкой положения узла (см. также главу 18.2.1 документации).

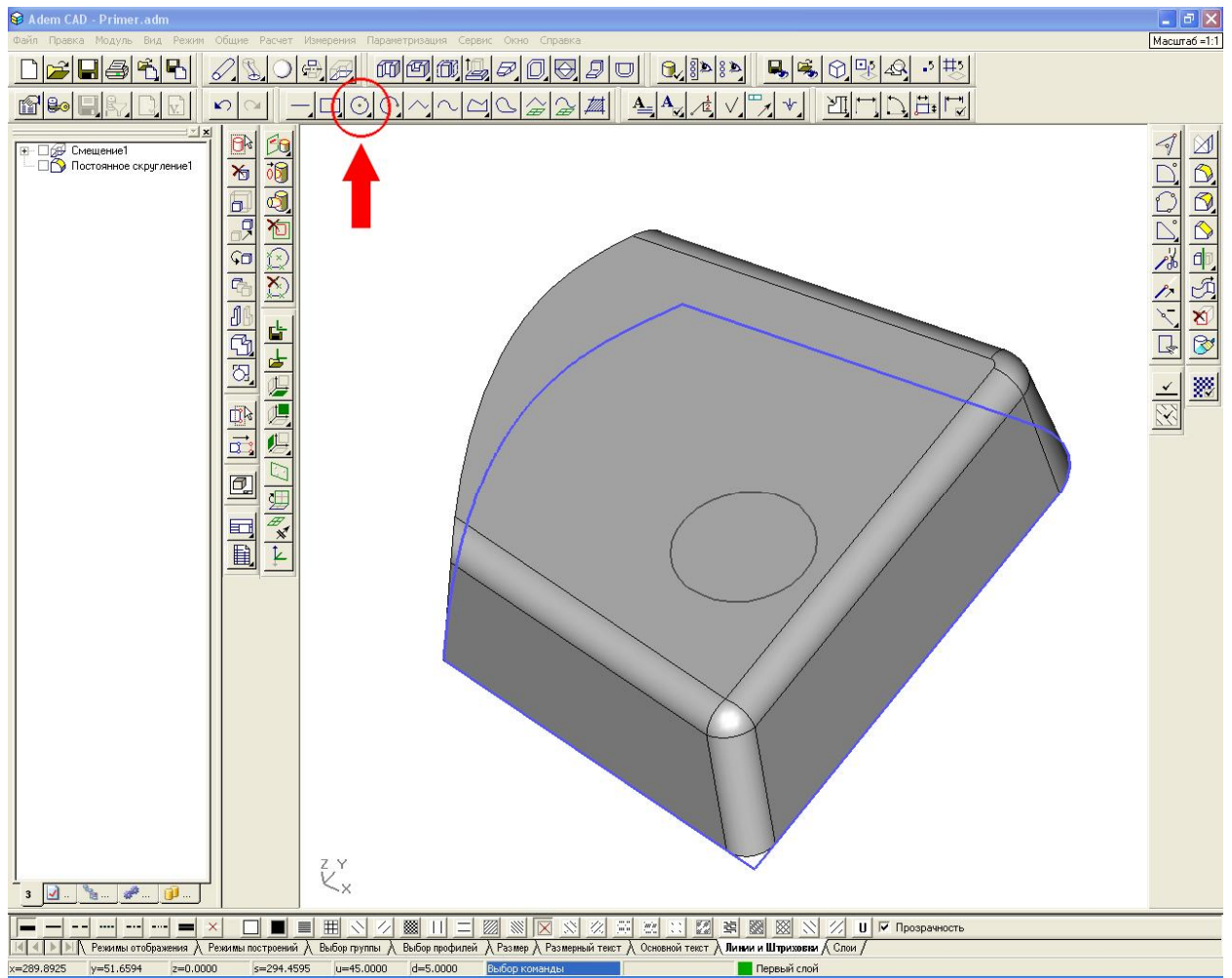


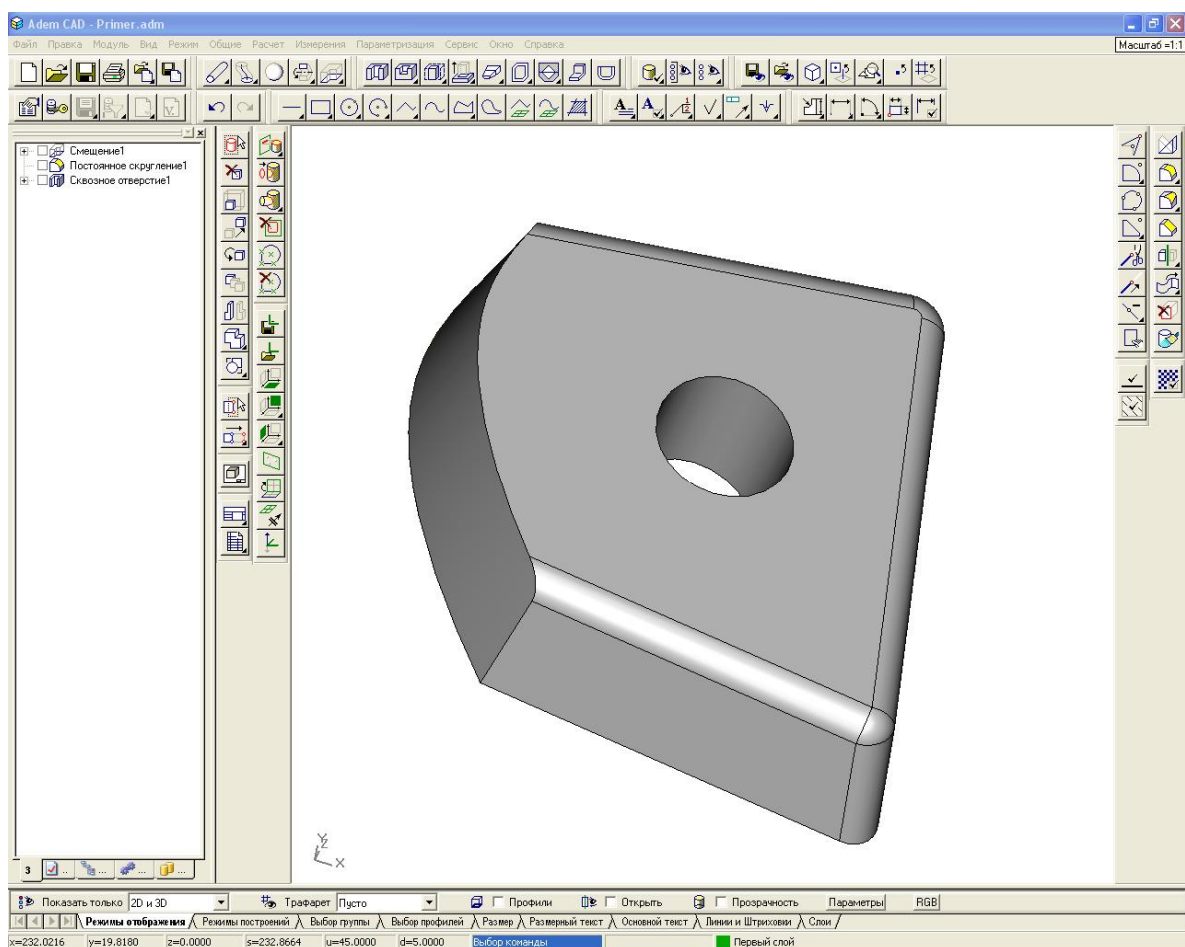
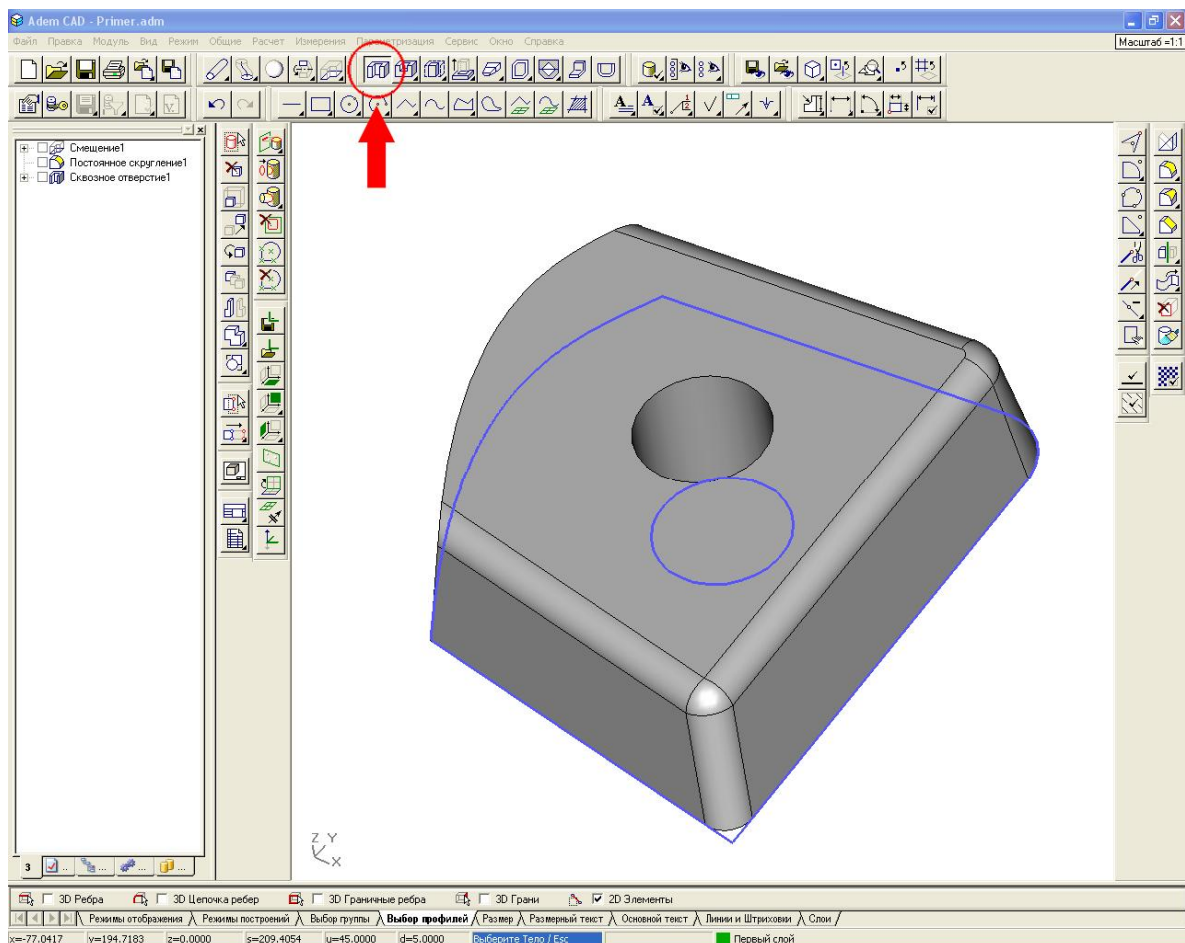
Для редактирования геометрии включите видимость исходных профилей – поставьте флажок Профили на закладке "Режимы отображения" в строке режимов и настроек.





Создание сквозного отверстия  осуществляется указанием плоского профиля и тела в котором делается данное отверстие (см. также главу 14.10 документации). Для этого постройте, например окружность и используйте ее в качестве профиля для сквозного отверстия.

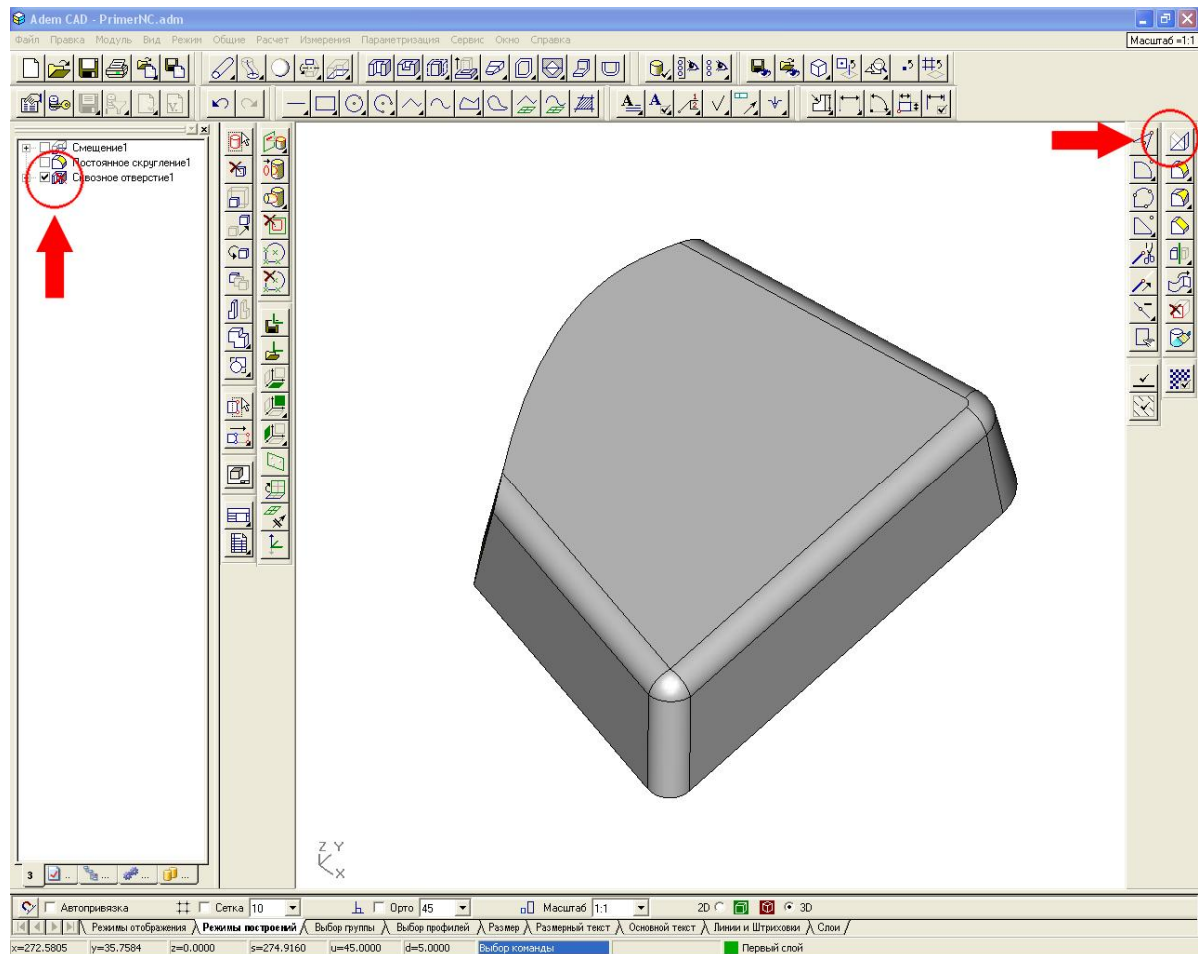




Выключите видимость исходных профилей – снимите флажок **Профили** на закладке "Режимы отображения" в строке режимов и настроек.

Исключение объекта из дерева проектирования осуществляется нажатием правой кнопки мыши на объекте, например исключим объект «Сквозное отверстие» из дерева проектирования. Появится дополнительное меню. Выберите «Погасить» и нажмите кнопку

«Регенерация» .



Рабочие плоскости, системы координат

Системы координат см. главу 8 документации. Это одна из самых ключевых тем в системе ADEM, которая требует серьезного изучения!

3. Программирование оборудования с ЧПУ, проектирование техпроцессов и оформление технологической документации

Механообработку сегодня называют главной технологией машиностроения. Несмотря на глубокие исторические корни, методы и средства ее постоянно развиваются. Появляются новые станки и инструменты, которые расширяют возможности изготовления, сокращают время обработки, позволяют получать ранее недостижимое качество изделий.

Для того, чтобы использовать прогрессивные возможности оборудования, необходим ключ - система программирования станков с ЧПУ, обладающая соответствующим интеллектуальным потенциалом. Такой программный продукт должен содержать математическую модель, соответствующую новейшей технологии механообработки.

Система ADEM-VX известна на отечественном и зарубежном рынках, как одна из лучших интегрированных CAD/CAM систем в области механообработки. ADEM-VX автоматизирует подготовку оборудования с ЧПУ для следующих видов обработки:

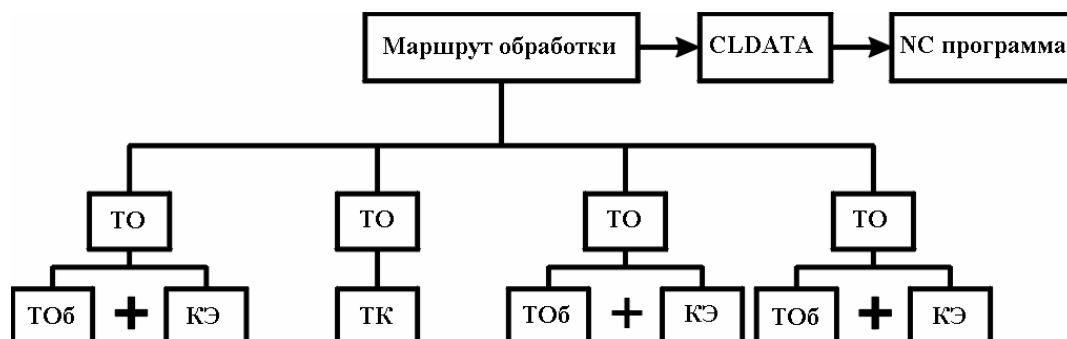
- фрезерной,
- токарной,
- сверлильной,
- электроэрозионной,
- лазерной,
- газовой,
- листоштамповки

Одной из причин успеха системы является постоянное сотрудничество отечественных разработчиков с ведущими зарубежными производителями оборудования и инструмента. Важную роль играет также основной принцип, заложенный в систему **ADEM-VX** с первых этапов ее развития, - всепроникающая интеграция конструкторского и технологического аппаратов. Дальнейшее позволит нам убедиться в этом.

Предварительно необходимо сделать важное замечание, которое приводит Майк Линч в своей книге "Базовые концепции Числового Программного Управления (CNC)". Выглядит оно так: **"Первой задачей любого человека, овладевающего теорией обработки металлов при помощи ЧПУ, является изучение основ традиционной механической обработки металлов"**.

Вначале ознакомимся с основными понятиями модуля ADEM CAM.

МАРШРУТ ОБРАБОТКИ (ОПЕРАЦИЯ ЧПУ) – последовательность технологических объектов, который описывает что, как и в каком порядке будет обрабатываться:



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ – каждый конструктивный элемент с определенным технологическим переходом или Технологическая команда.

КОНСТРУКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (КЭ) - Конструктивный элемент – элемент детали, обрабатываемый за один технологический переход. В модуле ADEM CAM существует 15 типов конструктивных элементов, которыми описывается любая геометрия будущего изделия. Порядок задания для всех конструктивных элементов одинаков: выбор типа конструктивного элемента, задание параметров конструктивного элемента, указание контура или поверхности, определяющих границы конструктивного элемента.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД (ТП) – набор технологических параметров, определяющих стратегию обработки одного конструктивного элемента. Для создания технологического перехода нужно выбрать тип технологического перехода, задать параметры перехода и параметры инструмента.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМАНДА (ТК) - технологический объект, не связанный с непосредственной обработкой (снятием металла). Кроме вспомогательных технологических команд, Вы можете определить некоторые общие команды: начало цикла, плоскость холостых ходов и т.д.

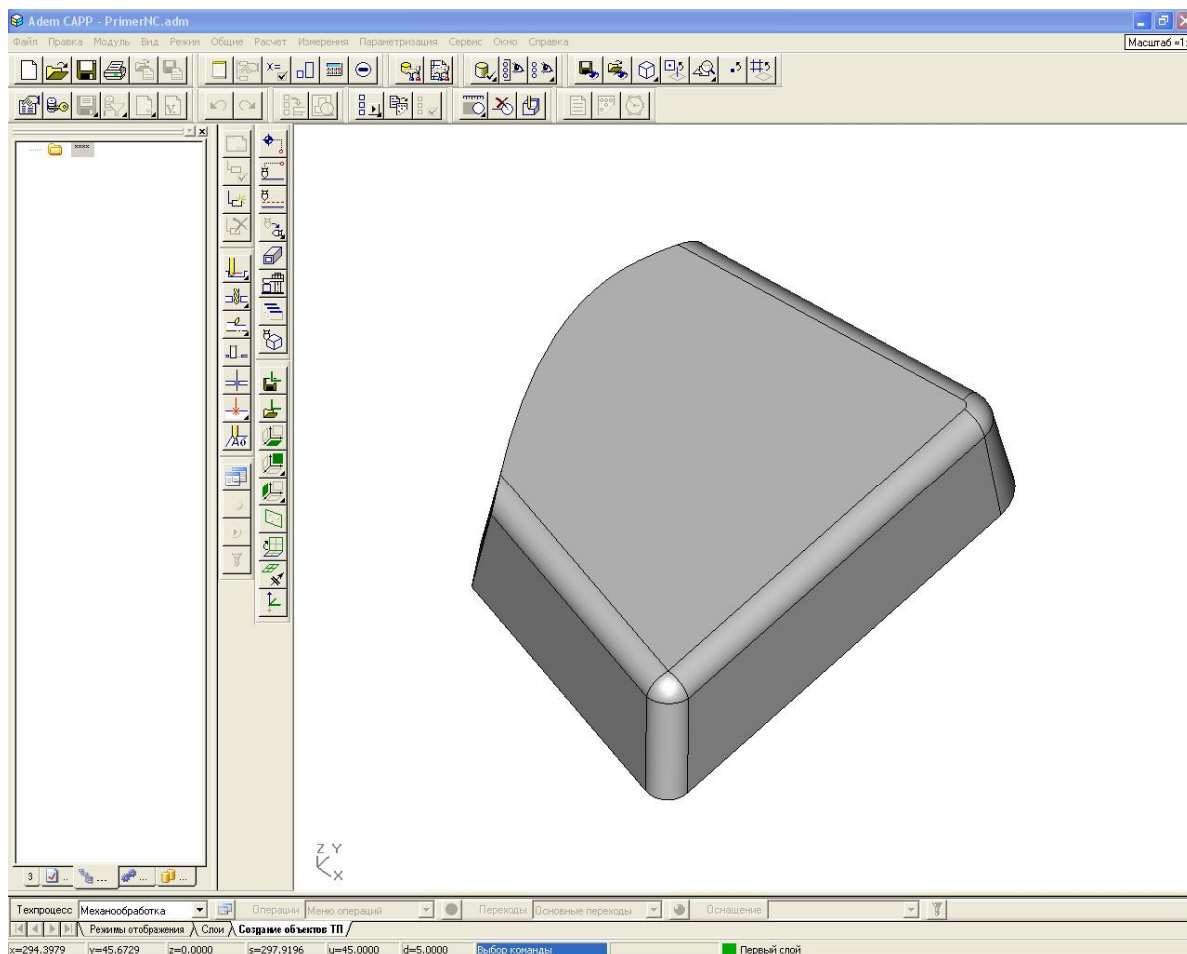
CLDATA – последовательность команд станку. CLDATA содержит команды перемещения инструмента, команды, не связанные с перемещением инструмента (например, включение/выключение шпинделя, охлаждения), справочную информацию (название УП, модель станка и т.п.).

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА (УП) - последовательность команд для определенного вида оборудования. Перед генерацией управляющей программы Вы должны рассчитать траекторию движения инструмента и выбрать конкретный вид оборудования (модель станка).

ОПЕРАЦИЯ ЧПУ (МАРШРУТ ОБРАБОТКИ) является одной из составляющих общего техпроцесса, куда могут входить любые операции механообработки (в том числе и на универсальном оборудовании), а также прочие операции.

Переход в технологический модуль

Создание технологических процессов, а также операций с ЧПУ происходит в модуле CAM/CAPP. Переключиться в этот модуль можно при помощи системного меню **Модуль/ADEM CAM/CAPP**.



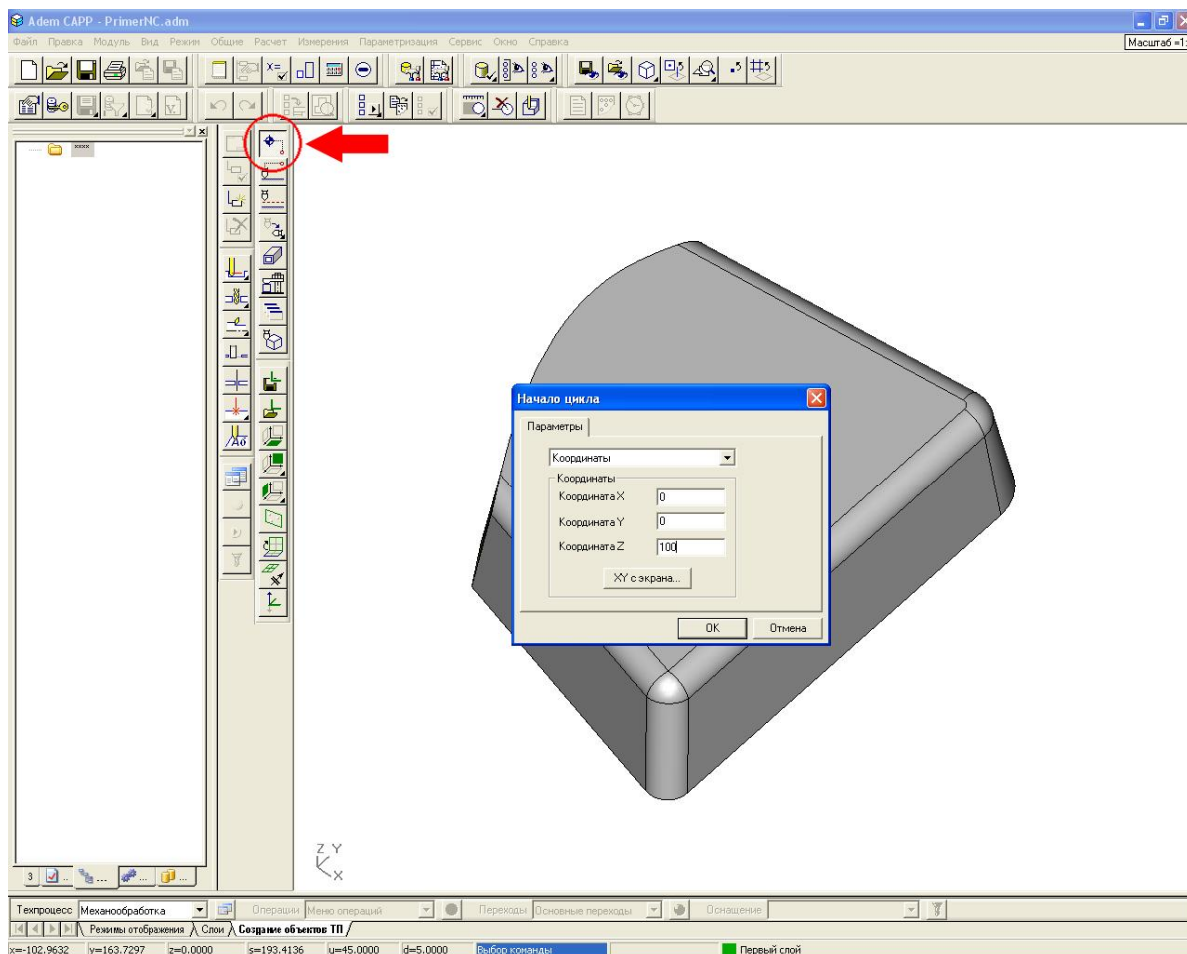
Для создания операции с ЧПУ достаточно обратиться к любому технологическому объекту САМ. Головные элементы дерева (общее описание перехода, операции) будут созданы автоматически.

Создание команды «Начало цикла».



Рис. Панель технологических команд

Начальная точка движения инструмента задается командой «Начало цикла». После нажатия кнопки  в диалоге «Начало цикла» выберите из списка «Координаты», в поле Координата Z введите значение 100 и нажмите кнопку ОК.



Автоматически будет создан головной объект «Технологический процесс» и объект «Программная» (см. дерево маршрута обработки слева от рабочей области экрана).

Создание перехода «Фрезеровать стенку».



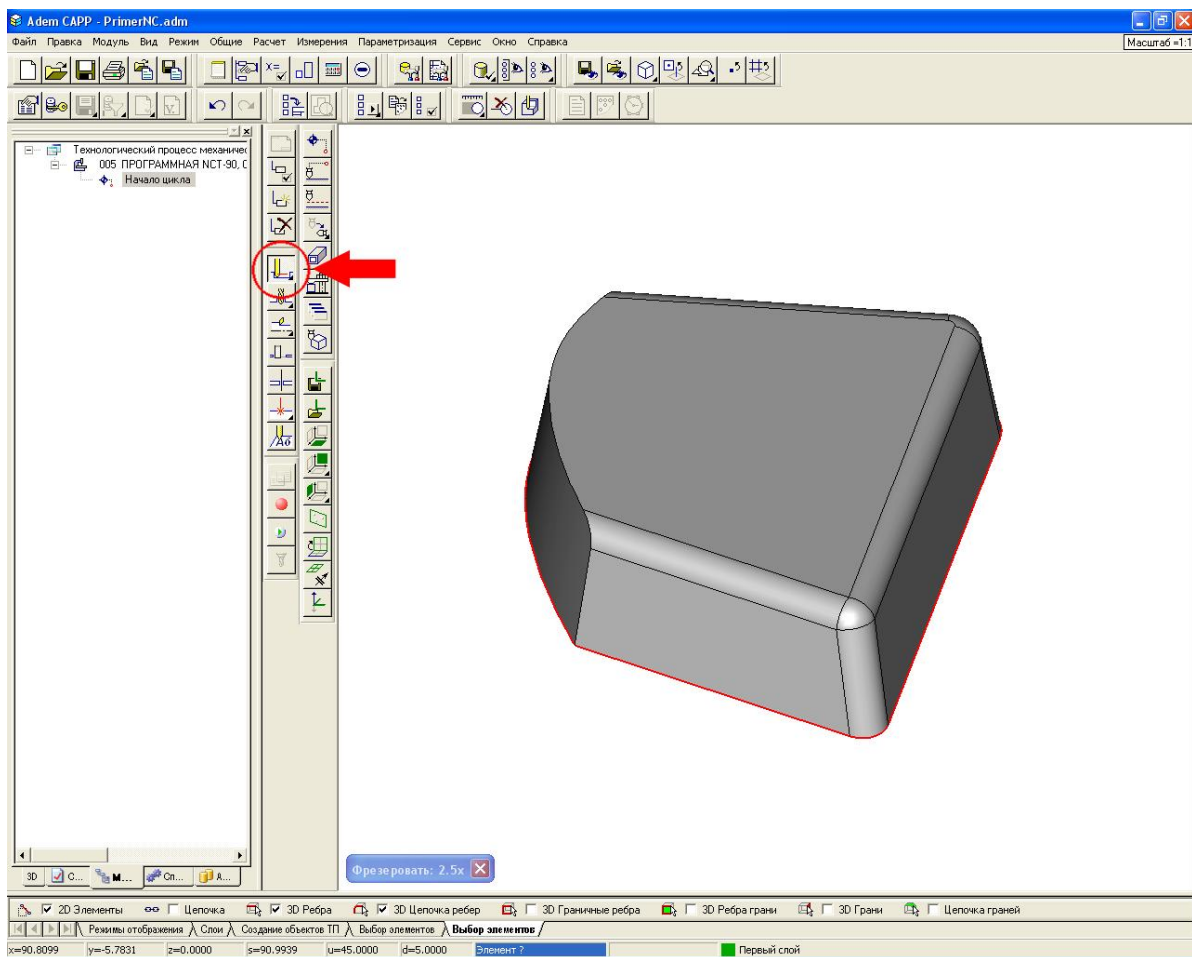
Рис. Панель технологических переходов

Маршрут обработки в системе ADEM задается по номинальной модели.

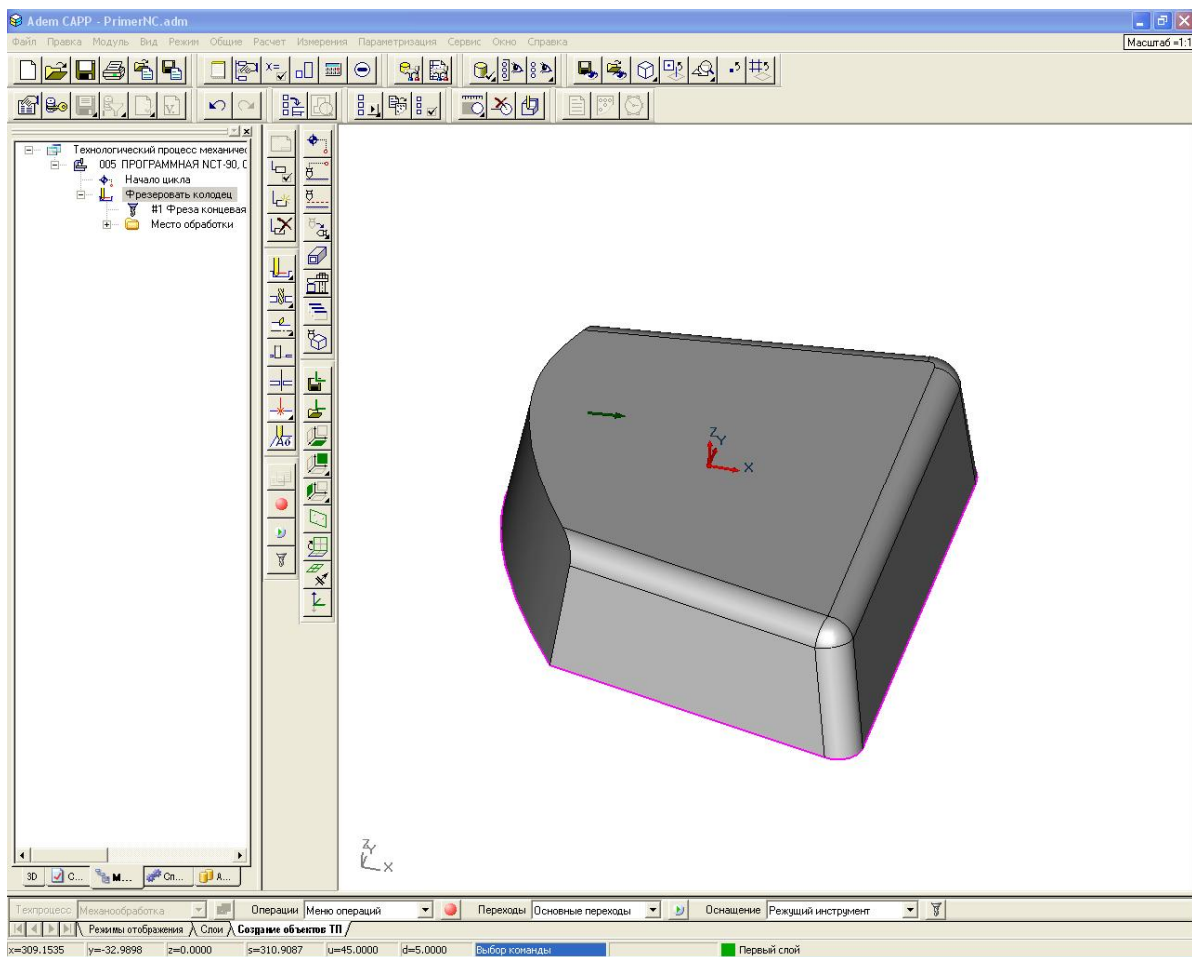
Для обработки стенки выберите команду «Фрезеровать 2.5X» .

Для задания места обработки последовательно выполните следующие действия:

1. Из группы **Конструктивный элемент** выберите «Стенка».
2. В диалоге «Фрезерование 2.5X» выберите закладку **Место обработки**.
3. Нажмите кнопку **Добавить**. В дополнительном меню выберите **Контур**. Диалог свернется.
4. Укажите нижние ребра элемента. (Внимание!!! Используйте режимы выбора ребер объемных элементов в строке режимов и настроек снизу от рабочей области экрана) и нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу **<ESC>**.



5. Нажмите кнопку **Добавить**. В дополнительном меню выберите **Система координат КЭ**. Диалог свернется.
6. Из дополнительного меню выберите **Грань**, укажите верхнюю грань элемента и нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу **<ESC>**.



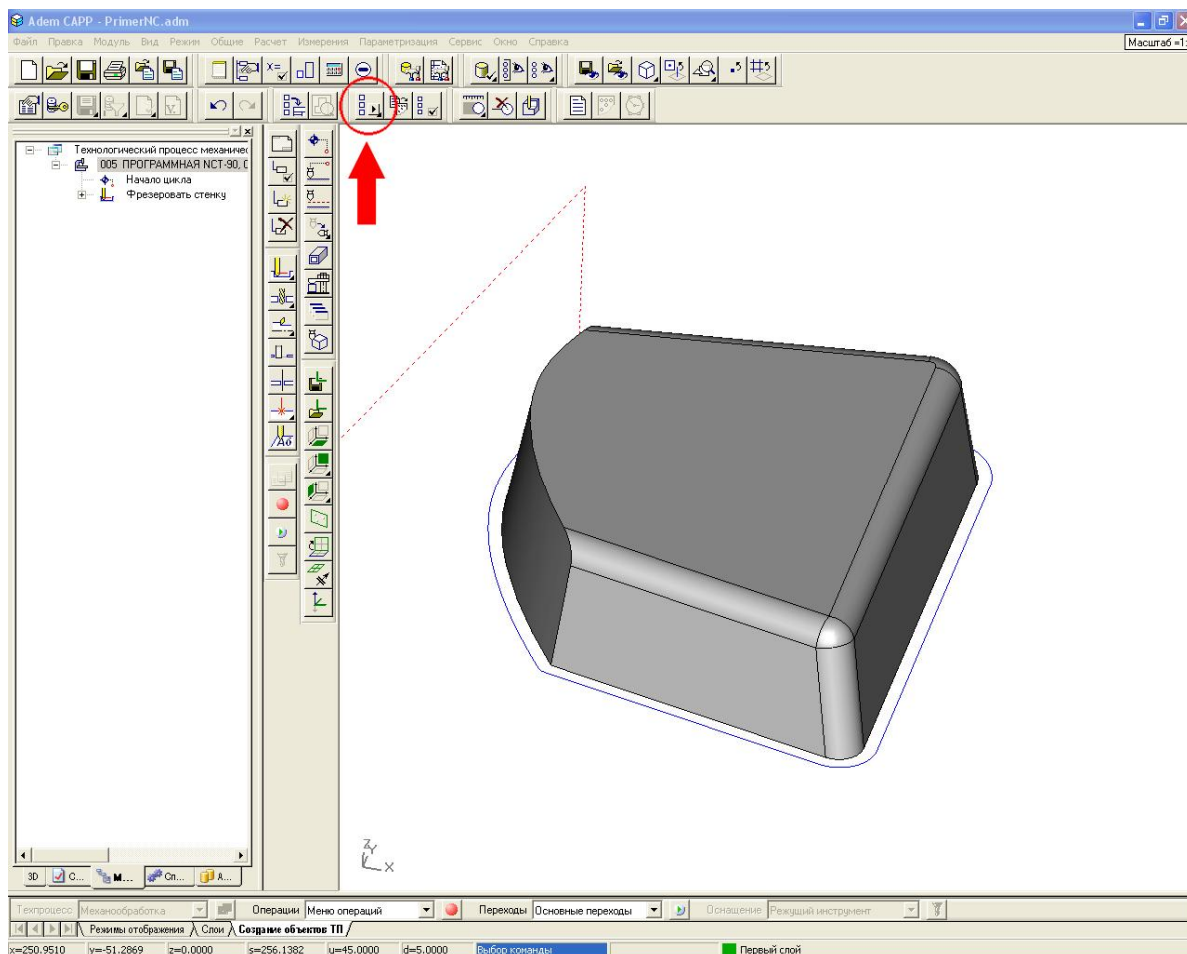
7. Нажмите кнопку **Добавить**. В дополнительном меню выберите **Плоскость определяющая глубину КЭ**. Диалог свернется.
8. Укажите нижнюю плоскость объемного элемента.
9. Из списка **Глубина КЭ** выберите **Плоскость**.

Для определения инструмента переключитесь на закладку **Инструмент** и задайте диаметр = 20.

Все остальные технологические параметры для примера оставим по-умолчанию. Нажмите кнопку **ОК**.

Расчет траектории обработки.

Для расчета траектории обработки нажмите кнопку «Процессор» . Траектория движения инструмента будет рассчитана и отображена на экране.



Создание перехода «Фрезеровать поверхность».

Для обработки поверхности выберите команду «Фрезеровать 3Х»  на скрытой панели «Фрезерные переходы».

Для задания места обработки последовательно выполните следующие действия:

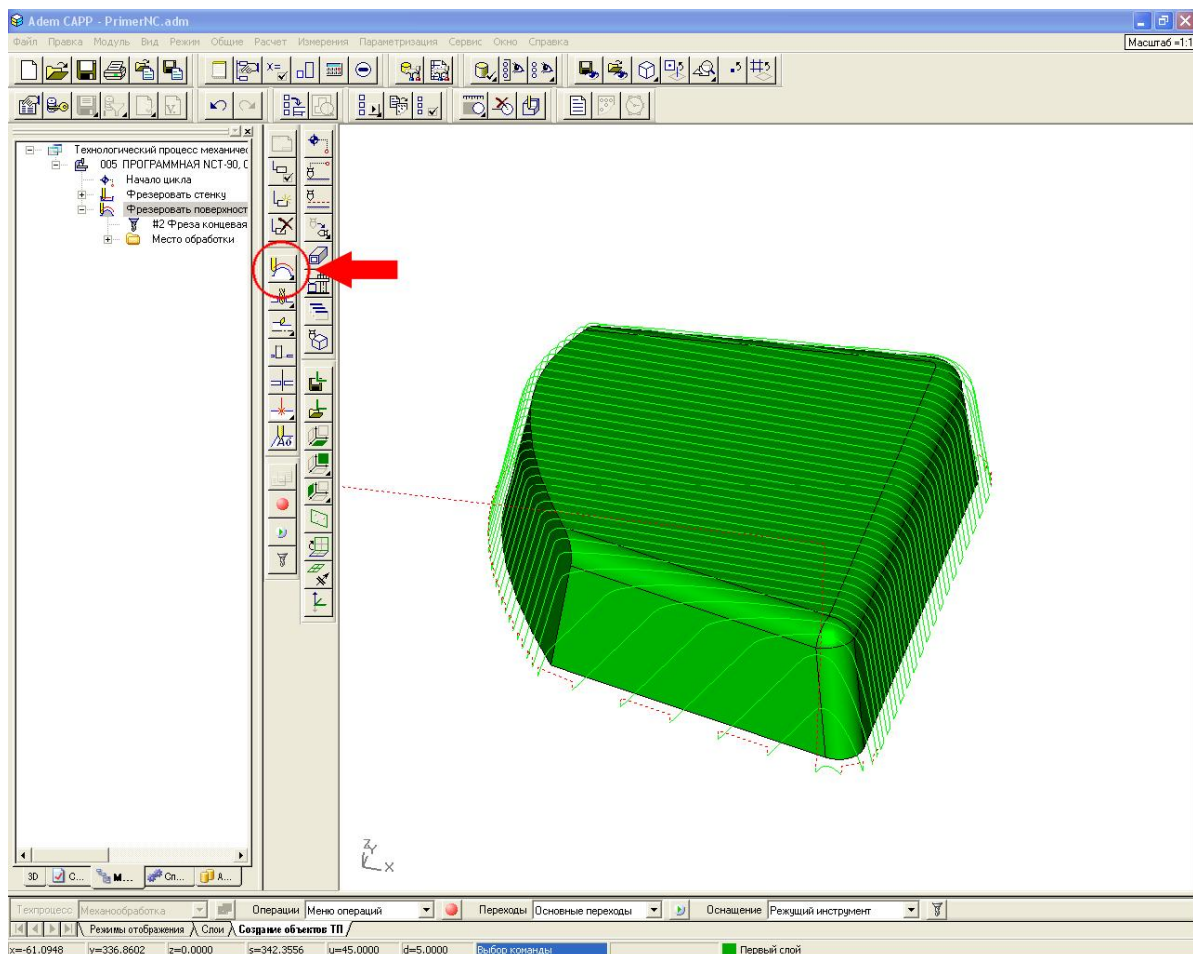
1. Из группы **Конструктивный элемент** выберите «Поверхность».
2. В диалоге «Фрезерование 3Х» выберите закладку **Место обработки**.
3. Нажмите кнопку **Добавить**. В дополнительном меню выберите **Все поверхности**.

Для определения инструмента переключитесь на закладку Инструмент и задайте Позиция = 2.

Все остальные технологические параметры для примера оставим по-умолчанию. Нажмите кнопку ОК.

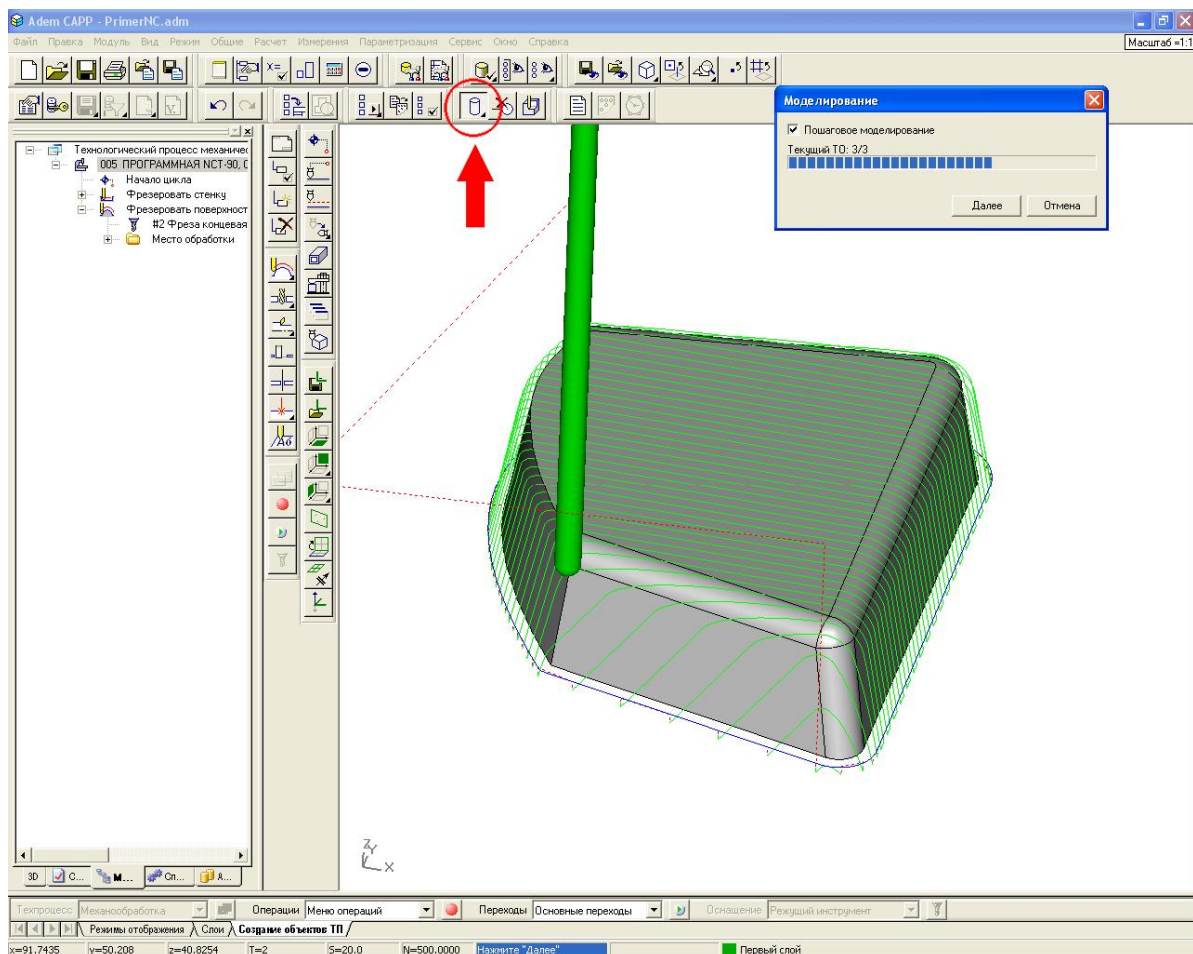
Расчет траектории обработки.

Для расчета траектории обработки нажмите кнопку «Процессор» . Траектория движения инструмента будет рассчитана и отображена на экране.



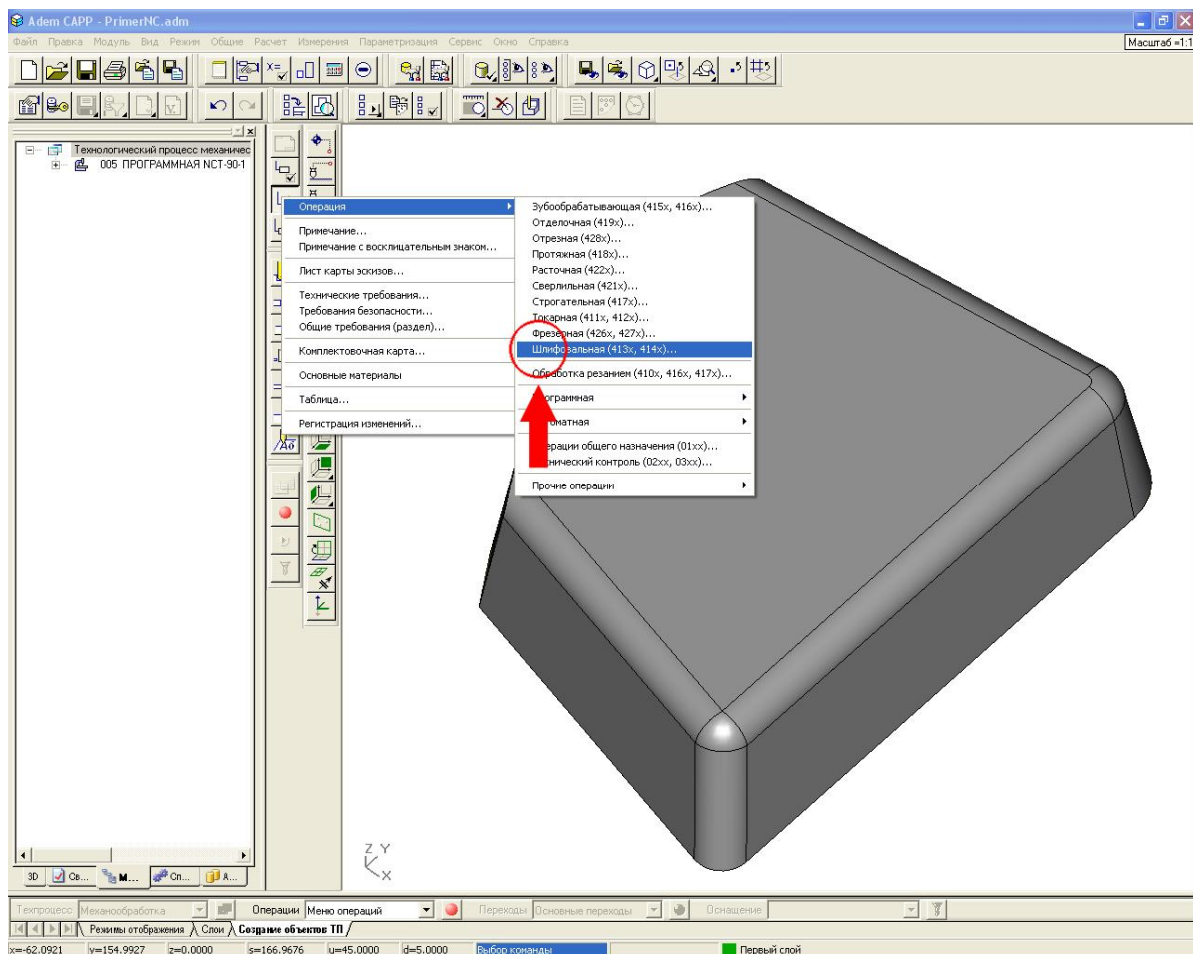
Моделирование обработки.

Для моделирования обработки нажмите кнопку «Пошаговое моделирование» . И движение инструмента будет отображаться на экране.



Создание шлифовальной операции

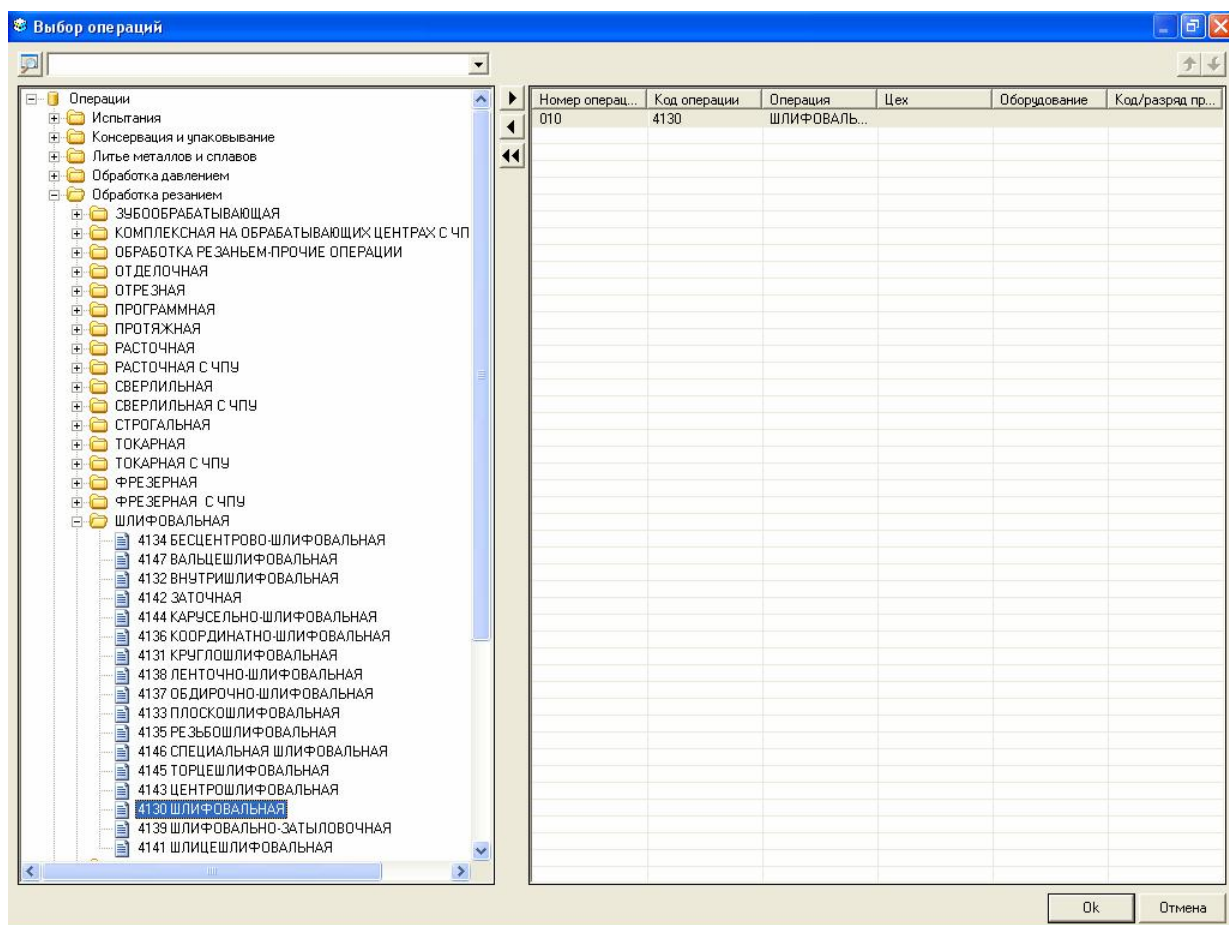
Для создания шлифовальной операции укажите левой кнопкой мыши главный объект в дереве проектирования и нажмите кнопку . Выберите **Операция/Шлифовальная (413х, 414х)...**



В открывшемся диалоге введите параметры шлифовальной операции (например, выберите оборудование, номер цеха, стандарт эскиза и т.п.) и нажмите ОК. В дереве маршрута техпроцесса появится объект **Шлифовальная**.

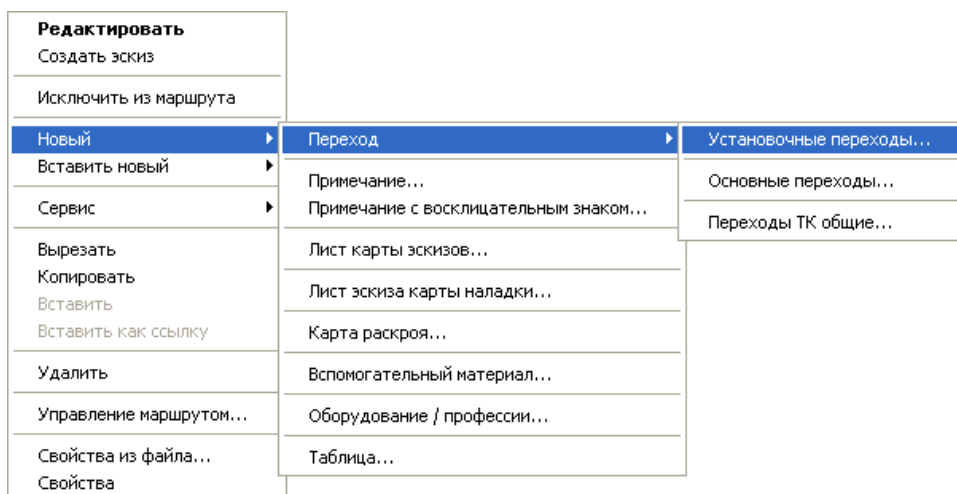
Иначе можно проделать следующее: в строке режимов и настроек последовательно выберите напротив поля **Операции** из списка выбора, либо **Меню операций** (нажмите кнопку ) и выберите **Операция/Шлифовальная (413x, 414x)...**, либо **Классификатор операций** (нажмите кнопку ) , который позволяет определить не только одну операцию, а в целом последовательность операций, которые и составляют маршрут ТП.





При использовании классификатора операций все выбранные в нем операции передаются в дерево маршрута, и, открыв на редактирование каждую из них, можно также ввести параметры каждой операции.

Для создания переходов нажмите правую кнопку мыши на объекте операции и выберите **Новый/Переход/Установочные переходы**. Выберите из таблицы и диалога параметры установочного перехода.



Также для создания переходов можно воспользоваться строкой режимов и настроек, выбрав на ней напротив поля **Переход** из списка выбора **Установочные переходы** (нажмите кнопку ).



Для задания инструмента нажмите правую кнопку мыши на объекте перехода и выберите Инструмент (например, Приспособления). Из открывшихся диалогов выберите тип инструмента.

Аналогичным образом, при использовании строки режимов и настроек, выберите напротив поля **Оснащение** необходимую оснастку (нажмите кнопку ). Так же посредством ряда диалогов определите параметры выбранной оснастки.



Создание комплекта документов техпроцесса

Для задания набора формируемого комплекта документов нажмите правую кнопку мыши на головном объекте (Технологический процесс механической обработки) и выберите **Редактировать**. Откроется диалог «Общие данные». В группе Формируемые документы назначьте номера формируемых документов (кнопки справа от полей номеров формируемых документов) и нажмите кнопку **ОК**.

Общие данные

Содержание

Технологический процесс механической обработки

Обозначение: 00001-001
Наименование: ADEM - черчение

Ok
Отмена

Общие | Сортамент заготовки | Подписи | Подписи.Титульны... | Доп. параметры

Комплект документов: механической обработки

Код КГТП:

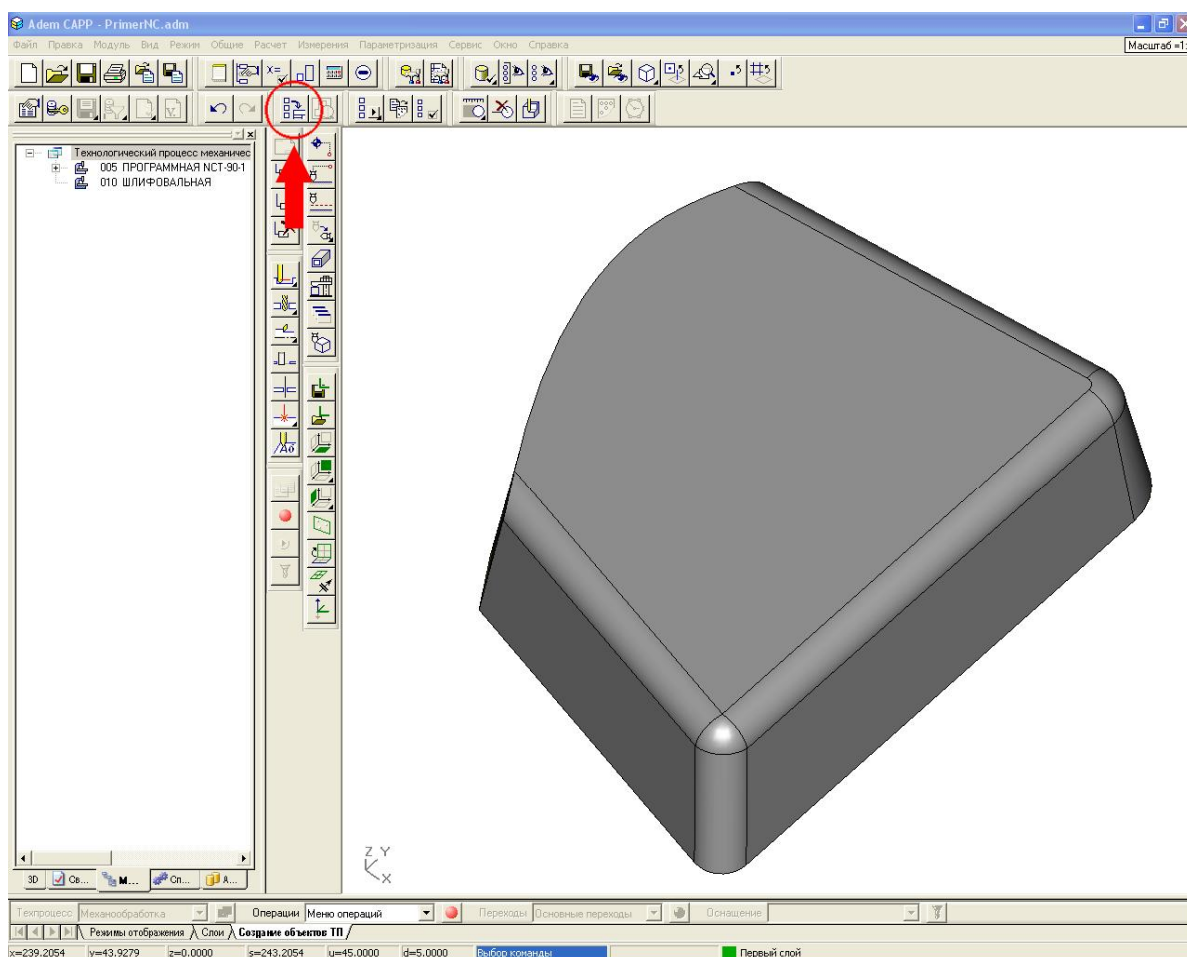
Обозначение детали / изделия: 00001-001

Наименование детали / изделия: ADEM - черчение

Формируемые документы

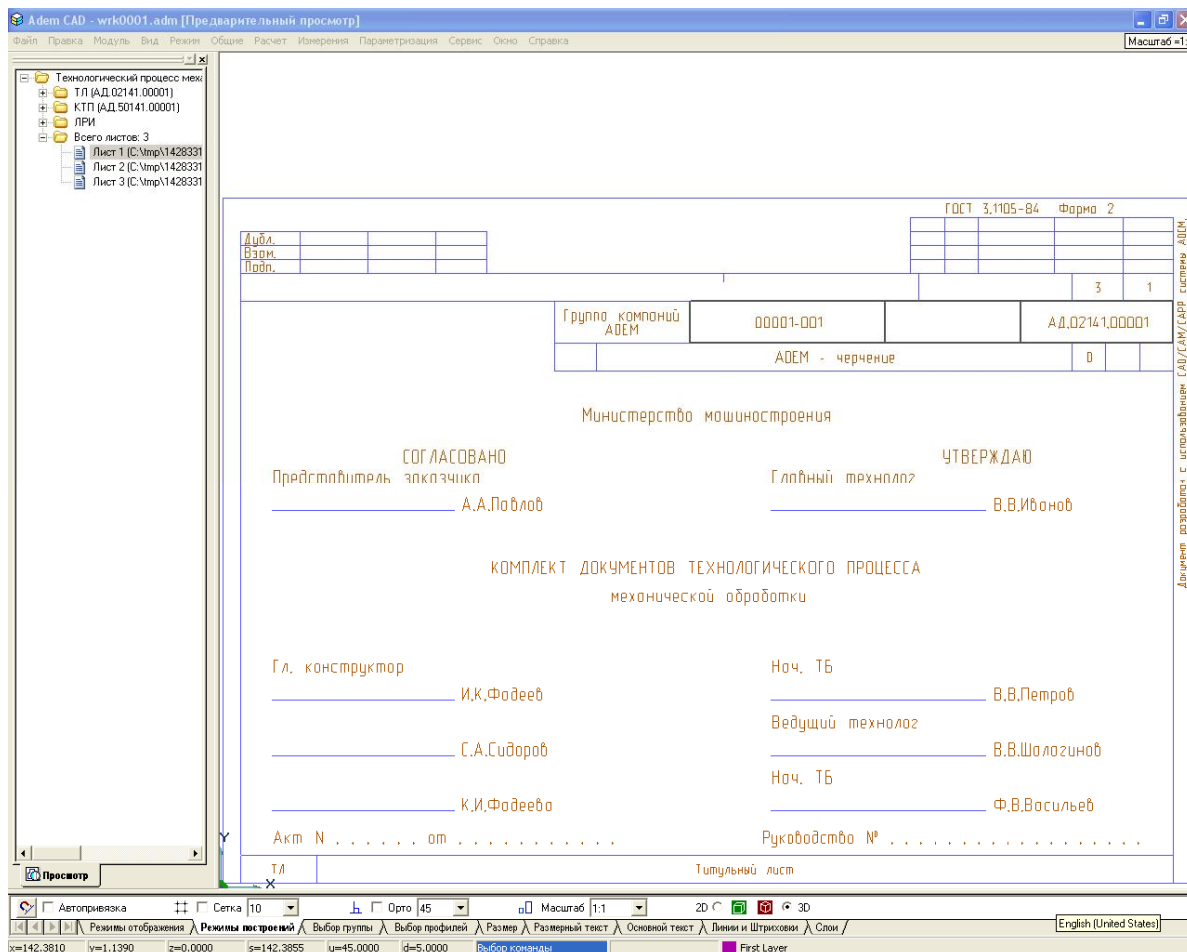
Номер ТП	00001		Номер ВУН		
Номер МК/КТП	00001		Номер ВТД		
Номер ВО	00006		Номер КЗ	00009	
Номер КК	00007				
Номер КК (всп.мат.)	00008				

Для создания комплекта документов техпроцесса нажмите кнопку «Формирование техпроцесса» .

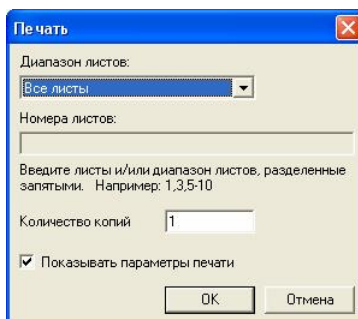


Просмотр комплекта технологических документов

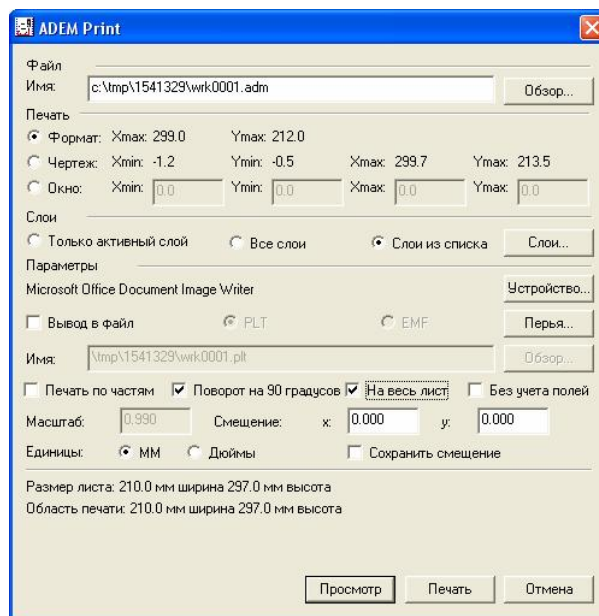
Для просмотра документов технологического процесса нажмите кнопку «Просмотр графики» . Откроется окно просмотра с деревом документов. Переключаясь по объектам дерева Вы можете просмотреть все сформированные бланки.



Для вывода на печать сформированных документов нажмите правую кнопку мыши на выбранном листе (если необходимо распечатать все листы, то без разницы на каком) и из появившегося контекстного меню выберите Печать. В появившемся диалоге можно выбрать как диапазон листов для печати, так и количество их копий. Нажмите кнопку ОК.



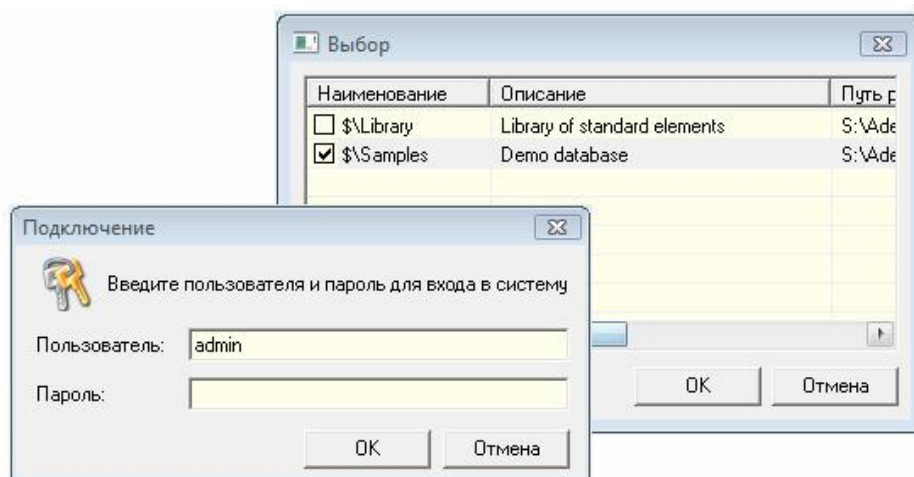
В появившемся диалоге параметров печати определите необходимые для вывода параметры (например, Поворот на 90 градусов, На весь лист). Нажмите кнопку Просмотр для предварительного просмотра, если это необходимо. Получив необходимый результат в окне просмотра, нажмите в нем кнопку Отмена и в диалоге параметров печати нажмите кнопку Печать.



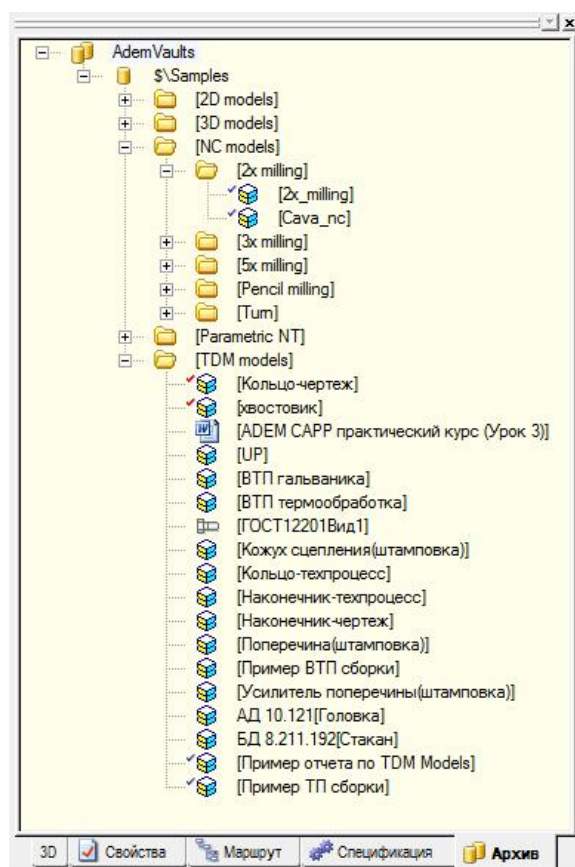
4. Работа с архивами документов

Система электронного архива ADEM Vault обеспечивает структурированное хранение любых документов с учетом прав доступа пользователя, позволяет вносить комментарии к документу и вести журнал работы с документом.

Перед началом работы с архивом документов необходимо пройти **авторизацию** , т.е. ввести логин и пароль пользователя для доступа к системе электронного архива. Далее, из предложенного списка архивов выбрать архивы для работы, например Samples.



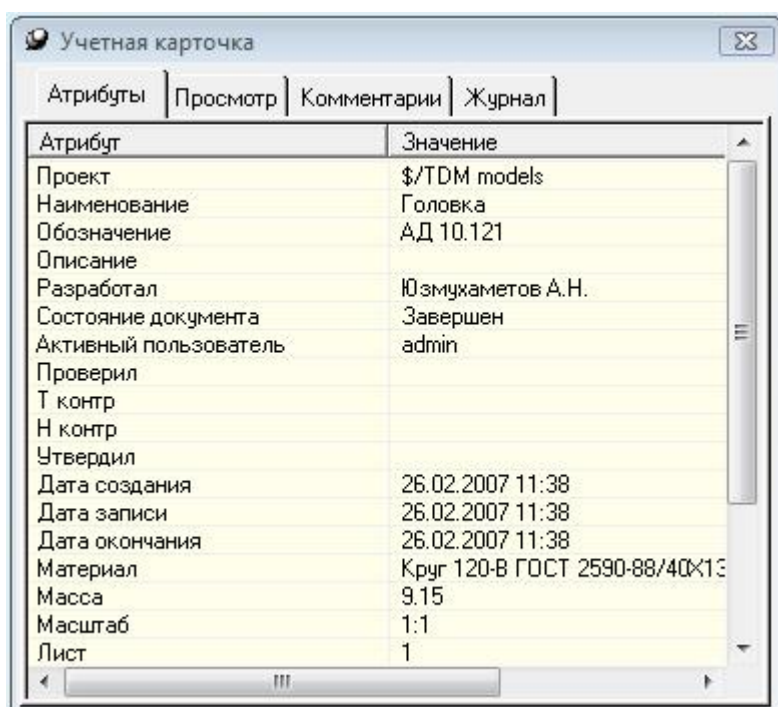
Структуры подключенных архивов отображаются на вкладке «Архив».



Вся работа с архивом ведется посредством контекстно-зависимого меню, вызываемого по правой кнопке мыши. Для загрузки документа можно воспользоваться командой контекстного меню Загрузить, либо осуществить двойной клик на выбранном документе. Если это адемовский документ – произойдет загрузка документа в эту же инстанцию Adem, если это какой-либо другой документ – загрузится ассоциированное с выбранным документом приложение.

Хранение и изменение свойств документов.

Документ в архиве наряду со ссылкой на файл имеет учетные свойства. Это информация об объекте архива, которая характеризует объект (наименование, обозначение, основной материал, фамилии лиц, участвующих в создании и контроле документа и прочее), и позволяющая однозначно его идентифицировать, установить авторство, осуществить поиск и т.п.



Атрибут	Значение
Проект	\$/TDM models
Наименование	Головка
Обозначение	АД 10.121
Описание	
Разработал	Юзмухаметов А.Н.
Состояние документа	Завершен
Активный пользователь	admin
Проверил	
Т контр	
Н контр	
Утвердил	
Дата создания	26.02.2007 11:38
Дата записи	26.02.2007 11:38
Дата окончания	26.02.2007 11:38
Материал	Круг 120-В ГОСТ 2590-88/40x13
Масса	9.15
Масштаб	1:1
Лист	1

Кроме учетных данных в архиве ведется журнал по работе с документами, в который вносятся записи о всех действиях с документом, а так же кто и когда эти действия производил.

Поддержка коллективной работы с документами. Изменение состояния документа.

Для исключения возможности одновременного редактирования одного документа несколькими пользователями в системе ADEM Vault применяется механизм «захвата» документа пользователем на время редактирования документа – документ извлекается из централизованного хранилища и помещается на так называемый «Рабочий стол» пользователя. Пока пользователь не завершит редактирование документа и не сохранит сделанные изменения в архиве, другие пользователи будут иметь возможность только просмотра данного документа. Документ в системе может находиться в различных состояниях:

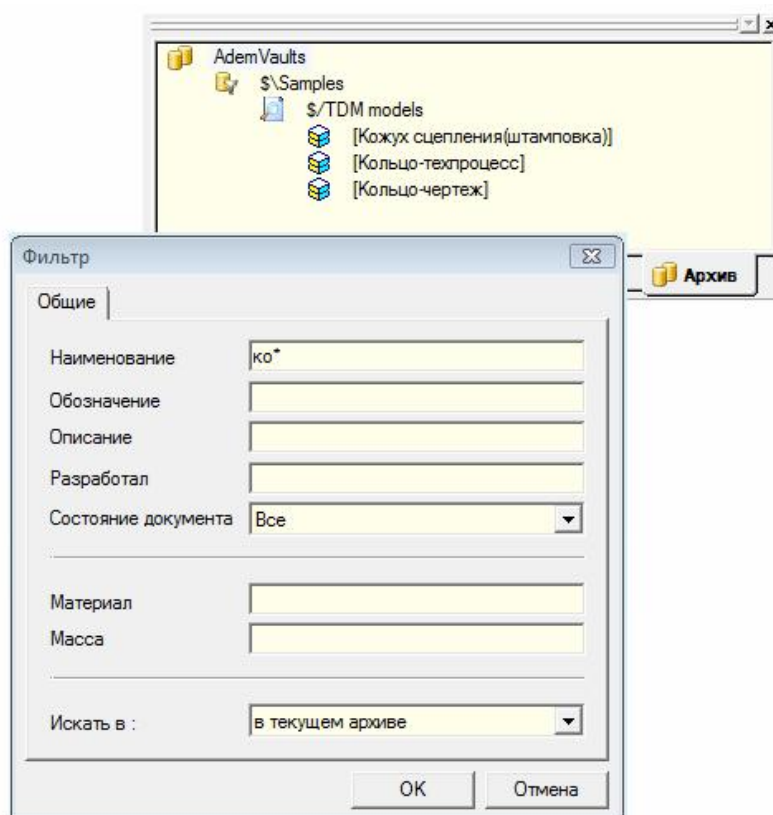
- **Состояние «В работе»**  - документ копируется из архива на рабочий стол. Ему присваивается статус «В работе». Документ блокируется пользователем, который взял его в работу. Это означает, что никто больше не может взять документ в работу, переименовать его, удалить или модифицировать его каким-либо другим образом. Другие пользователи могут только загрузить документ для просмотра или скопировать его, но не имеют возможность сохранить какие-либо изменения. При копировании документов взятых в работу, текущие изменения, сделанные

пользователем, взявшим копию документа, не сохраняются. Будет просто скопирован документ из архива.

- **Состояние «Завершен»**  - Документ находится в архиве. Из этого состояния документа любой зарегистрированный пользователь, который имеет соответствующие права, может перевести его в работу или утвердить.
- **Состояние «Утвержден»**  - Документ, находящийся в этом состоянии не может быть взят в работу. Для того чтобы взять такой документ в работу, необходимо снять с него утверждение. Утвердить и снять утверждение может только зарегистрированный пользователь с правом утверждения документов архива.

Поиск документов по учетным данным

В архиве реализован поиск документов (команда ) , позволяющий вести поиск информации по свойствам, вписанным в учетную карточку документа, а также по времени создания и иным атрибутам. Допускается задавать неполные значения атрибутов, например «ко*».



Поиск можно проводить как в текущем архиве, так и во всех подключенных или зарегистрированных архивах.

Работа с версиями документов

При помещении документа в архив система автоматически создает новую версию документа. Документ после изменения сохраняется в новой версии. Поэтому может иметь одну или несколько версий. Пользователь может на основе любой версии создать новый документ, откатиться к любой предыдущей версии, загрузить для просмотра, удалить версию.

Дальнейшее изучение системы

Рекомендуем пройти учебные курсы, которые изложены на диске в разделе **\\Руководства пользователя\\Учебные курсы** в книгах:

ADEM2D-практический курс

ADEM3D-практический курс

ADEM CAD-упражнения

ADEM CAM упражнения

ADEM CAM практический курс

ADEM CAM 3X обработка

Рекомендуем также использовать документацию, которая находится на диске в разделе **\\Руководства пользователя**

ADEM CAD

ADEM CAM

ADEM CAPP - 2 книги

ADEM Assembly

ADEM GPP

NCVerify

Первые сведения о системе

ADEM Vault

Характерные ошибки пользователей (v.7.1)

Раскладка клавиатуры

Глава III. Эксплуатация оборудования с ЧПУ в учебном процессе

Учебные классы могут быть оборудованы станками с ЧПУ. В этом случае результатом обучения может быть изготовление реальной детали.

Система **ADEM-VX** может готовить управляющие программы практически для всех видов оборудования с ЧПУ. Следует отметить, что студенческий вариант системы позволяет доводить процесс только до формирования траектории движения инструмента. Для того чтобы создать управляющую программу, необходима штатная учебная лицензия и инсталляция системы с ключом защиты.

Приведем в качестве примера специализированного оборудования для классов настольные фрезерные и токарные станки компании WABECO. Эта информация предоставлена ЗАО «ЭКОИНВЕНТ» (www.ecoinvent.ru).

Фрезерный станок с ЧПУ модели CC-F1210E является малогабаритным трехкоординатным станком, относящимся к категории станков с открытой системой ЧПУ (с компьютерным ЧПУ). Он не имеет традиционной стойки управления, характерной для станков с числовым программным управлением, и управляется с помощью специального программного обеспечения NCCAD, установленного на компьютере, управляющим станком. При этом клавиатура и мышь выполняют функцию устройства ввода управляющих команд, а экран монитора - дисплея стойки ЧПУ. В пульте управления станка лишь смонтирован микропроцессор, который связан с компьютером через стандартный последовательный порт (COM-порт) и управляет перемещениями исполнительных органов станка. В том случае, когда управление станком осуществляется с помощью управляющей программы, создаваемой в системе ADEM, ПО NCCAD служит передаточным звеном. Примечание: Малогабаритные станки с ЧПУ разрабатываются различными компаниями, отечественными в том числе. Все они снабжены своим встроенным программным обеспечением (по типу NCCAD) и все они адаптируются для работы из-под ADEM с помощью постпроцессоров (см Руководства пользователя, ADEM GPP – генератор постпроцессоров)

Станок предназначен для двух- и трехкоординатной фрезерной обработки деталей из сталей, цветных металлов и пластиков под различными углами к поверхности рабочего стола, а также для выполнения операций сверления, растачивания и гравирования при помощи соответствующих инструментов.

Предпочтительная область применения станка:

1. В промышленности:
 - мелкосерийное производство;
 - единичное производство (изготовление шаблонов, печатных плат, литейных форм, пресс-форм, вывесок, табличек, печатей и т.п.).
2. В учебном процессе:
 - изучение основ систем управления и программирования на станках с ЧПУ;
 - изучение технологии обработки материалов резанием.
3. В бытовых условиях.

Условия эксплуатации станков – в помещении при температурах от плюс 10 до плюс 35 о С и относительной влажности воздуха до 80 % при 25 о С.

Общий вид рабочего места со станком CC-F1210E представлен на рис. 1. Основными элементами рабочего места являются станок 3, подставка под станок 1, защитная кабина 2

и управляющий компьютер 5, подключенный к пульту 4 станка 3 при помощи соединительного кабеля 6.



Рис. 1

Комплект поставки

Комплект поставки рабочего места на базе фрезерного станка СС-F1210Е с ЧПУ должен соответствовать данным, указанным в таблице 1.

Таблица 1

№ каталога	Наименование	Кол.	Примечание
1140011	Станок фрезерный СС-F1210Е с ЧПУ NCCAD	1	
10267	Подставка под станок	1	
114090	Защитная кабина с устройством подачи СОЖ	1	
	Управляющий компьютер	1	Поставляется по согласованию с заказчиком
40540	Тиски машинные	1	
11734	Цанговый патрон с набором цанг	1	
11729	Универсальная инструментальная оправка	1	
11668	Универсальная расточная головка	1	
11920	Фреза радиально-торцевая	1	
11910	Фреза коническая	1	
11951	Фреза дисковая	1	
11825	Комплект концевых фрез	1	
35610	Комплект спиральных сверл	1	
11335	Индикатор часового типа на штативе	1	
11312	Комплект измерительного инструмента	1	
11331	Индикатор кромки	1	
СС-F1210Е РЭ	Руководство по эксплуатации	1	

Техническая характеристика станка

Основные данные станка		
	Масса	122 кг
	Габарит плоскости прилегания станины	400x250 мм
	Длина	1150 мм
	Ширина	630 мм
	Высота от плоскости рабочего стола	950 мм
Перемещения исполнительных органов		
	Продольный ход стола (по оси X)	500 мм
	Поперечный ход стола (по оси Y)	150 мм
	Вертикальный ход фрезерной головки (по оси Z)	280 мм
Рабочий стол		
	Длина	700 мм
	Ширина	180 мм
	Количество Т-образных пазов	3
	Ширина Т-образного паза	12 мм
Фрезерная головка		
	Наибольший угол поворота в вертикальной плоскости	$\pm 90^\circ$
	Конус шпинделя для крепления инструмента	МК2
	Механизм зажима и освобождения инструмента	оригинальный, механический
	Ход пиноли	55 мм
	Расстояние от торца шпинделя до рабочего стола:	
	- минимальное	90 мм
	- максимальное	370 мм
	Вылет оси шпинделя относительно колонны станины	185 мм
Цена деления лимбов движения		
	- лимбы маховиков ручной подачи суппортов	0,05 мм

	- лимб рукоятки пиноли	1 мм
Электрооборудование станка		
	Характеристика питающей сети	
	- род тока	переменный однофазный
	- частота тока	50 Гц
	- напряжение	220 В
	Привод фрезерной головки	
	- тип	однофазный, последовательного
		возбуждения
	- номинальная мощность	1,4 кВт
	- диапазон регулирования числа оборотов	140...3000 об./мин.
	- наибольший потребляемый ток	6А
	Приводы подач исполнительных органов	
	- тип	шаговый
	- напряжение питания	2,9 В
	- потребляемый ток	1,7 А
	- крутящий момент	1 Нм
	- угол поворота одного шага	1,8°
Подставка под станок		
	Длина	1060 мм
	Ширина	450 мм
	Высота	850 мм
Система подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ)		
	Емкость бачка	17 л
	Номинальная мощность насоса	0,07 кВт
	Потребляемый насосом ток	0,4 А
Уровень звуковой мощности (на холостом ходу узлов станка при ненагруженном шпинделе)		
	- непосредственно над рабочим столом	72 дБ
	- в месте нахождения оператора станка	62 дБ

Токарный станок с ЧПУ модели CC-D6000E является малогабаритным токарным станком, относящимся к категории станков с открытой системой ЧПУ (с компьютерным ЧПУ). Он не имеет традиционной стойки управления, характерной для станков с числовым программным управлением, и управляется с помощью специального программного обеспечения NCAD, установленного на компьютере, управляющем станком. При этом клавиатура и мышь выполняют функцию устройства ввода управляющих команд, а экран монитора - дисплея стойки ЧПУ. В пульте управления станка лишь смонтирован микропроцессор, который связан с компьютером через стандартный последовательный порт (COM-порт) и управляет перемещениями исполнительных органов станка. Об управлении станком с помощью системы АДЕМ - см. выше.

Станок предназначен для токарной обработки в центрах, патроне или зажимной цанге деталей из пластиков, цветных металлов и стали.

Предпочтительная область применения станка:

1. В промышленности:
 - мелкосерийное производство;
 - единичное производство.
2. В учебном процессе:
 - изучение основ систем управления и программирования на станках с ЧПУ;
 - изучение технологии обработки материалов резанием.
3. В бытовых условиях.

Условия эксплуатации станков – в помещении при температурах от плюс 10 до плюс 35 о С и относительной влажности воздуха до 80 % при 25 о С.

Общий вид рабочего места со станком CC-D6000E представлен на рис. 1. Основными элементами рабочего места являются станок 2, подставка под станок 1, защитная кабина 3 и управляющий компьютер 6, подключенный к пульту управления 4 при помощи соединительного кабеля 5.



Рис. 1

Комплект поставки

Комплект поставки рабочего места на базе токарного станка модели CC-D6000E с ЧПУ должен соответствовать данным, указанным в таблице 1.

Таблица 1

№ каталога	Наименование	Кол.	Примечание
1060022	Станок токарный CC-D6000E с ЧПУ NCCAD	1	
10267	Подставка под станок	1	
1060090	Защитная кабина с устройством подачи СОЖ	1	
	Управляющий компьютер	1	Поставляется по согласованию с заказчиком
1060098	Головка револьверная 8-ми позиционная	1	
10720	Самоцентрирующий патрон 3-х кулачковый	1	
10730	Патрон 4-х кулачковый	1	
11623	Быстрозажимной сверлильный патрон	1	
10766	Центр задний вращающийся	1	
1090613	Резец подрезной правый со сменными пластинами	1	
10820	Резец проходной со сменными пластинами	1	
1090614	Резец расточной со сменными пластинами	1	
1090610	Резец для нарезания наружной резьбы	1	
1090615	Резец для нарезания внутренней резьбы	1	
10835	Отрезной резец со сменными пластинами	1	
10846	Комплект центровочных сверл	1	
35610	Комплект спиральных сверл	1	
CC-D6000E РЭ	Руководство по эксплуатации	1	

Технические Характеристики Станка

Основные данные станка		
	Масса	150 кг
	Длина	1215 мм
	Ширина	500 мм
	Высота	605 мм
Общие рабочие размеры		
	Межцентровое расстояние	600 мм
	Высота центров	135 мм
	Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
	- над станиной	270 мм
	- над суппортом	170 мм
Главный шпиндель		
	Диаметр сквозного отверстия в шпинделе	20 мм
	Размер внутреннего конуса шпинделя	MK3
Суппорт		
	Наибольшее программируемое перемещение по оси X	200 мм
	Наибольшее программируемое перемещение по оси Z	140 мм
	Отсчет перемещений по оси X	Относительно диаметра
	Отсчет перемещений по оси Z	В абсолютных значениях
Задняя бабка		
	Наибольшее перемещение пиноли	65 мм
	Внутренний конус пиноли	MK2
	Поперечное смещение пиноли вперед-назад	±10 мм
Револьверная головка		
	Количество позиций для установки инструмента	8
	Позиции под инструмент для наружной обработки	4 паза с сечением 10x10 мм
	Позиции под инструмент для внутренней обработки	4 отверстия Ø16 мм

Цена деления лимбов движения и линейек		
	- лимб маховика продольной подачи суппорта	0,05 мм
	- лимб маховика поперечной подачи суппорта	0,05 мм
	- лимб рукоятки пиноли	1 мм
	- линейка пиноли задней бабки	1 мм
Электрооборудование станка		
	Характеристики питающей сети	
	- род тока	переменный однофазный
	- частота тока	50 Гц
	- напряжение	220 В
	Привод главного шпинделя	
	- тип	однофазный, последовательного
		возбуждения
	- номинальная мощность	1,4 кВт
	- диапазон регулирования числа оборотов шпинделя	30...2300 об./мин.
	- наибольший потребляемый ток	6А
	Приводы подач исполнительных органов	
	- тип	шаговый
	- напряжение питания	2,9 В
	- потребляемый ток	1,7 А
	- крутящий момент	1 Нм
	- угол поворота одного шага	1,8°
Подставка под станок		
	Длина	1060 мм
	Ширина	450 мм
	Высота	850 мм
Система подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ)		
	Емкость бачка	19 л
	Номинальная мощность насоса	0,07 кВт

	Потребляемый насосом ток	0,4 А
Уровень звуковой мощности (на холостом ходу суппорта при ненагруженном шпинделе)		
	- непосредственно над рабочим столом	67 дБ
	- в месте нахождения оператора станка	63 дБ

Несмотря на простоту и удобство работы со станком, внимательно ознакомьтесь с прилагаемым к станку руководством и инструкциям, прежде чем приступите к работе!

ВНИМАНИЕ! РАБОТЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ СТАНКА ДОЛЖНЫ ПРОВОДИТЬСЯ В СООТВЕТСТВИИ С РУКОВОДСТВОМ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ГОСТ 12.2.009-99, ГОСТ 50786-95, ГОСТ 50787-95 и ГОСТ 27487-87.