

Введение

Назначение и возможности системы

Центральной задачей, на решение которой ориентирована система ГеММа-3D, является подготовка программ обработки на станках с ЧПУ наиболее сложных деталей изделий машиностроения, изготавливаемых с использованием фрезерования, сверления, электроэрозионной и лазерной резки, точения, гравирования, программируемой вырубки. Новым видом поддерживаемых операций стало программирование послойного синтеза изделий на стереолитографических (SLA) установках. Для этого в составе системы имеются все необходимые составляющие.

В их числе:

- геометрический редактор, позволяющий описать математически деталь любой сложности, заданную известными в машиностроении способами;

- специализированные программы (утилиты) технолога-программиста для выполнения дополнительных геометрических операций, обуславливаемых технологией обработки детали (деление на зоны обработки, введение ограничений на обрабатываемую зону, построение технологических скруглений и вспомогательных эквидистант в соответствии с формой и размерами используемого инструмента, построение рациональных траекторий обработки контуров и поверхностей и др.);

- средства задания технологии обработки по видам (фрезерование, сверление, электроэрозионная, лазерная резка, точение, гравирование, программируемая вырубка);

- программы расчета траекторий перемещения инструмента, соответствующих заданным требованиям по точности обработки и результирующей чистоте поверхности;

- средства формирования управляющих программ и их модификации;

- графические программы, обеспечивающие вывод на экран дисплея ЭВМ изображений детали в процессе задания геометрии, построения технологических ограничений, траектории инструмента и его движения в режиме мультипликации при обработке; выполнения анализа детали, а также визуального контроля возможных ошибок на всех этапах работы.

Основная работа в системе ГеММа-3D выполняется в **интерактивном (диалоговом) графическом режиме**. В нем технолог-программист непосредственно указывает на экране дисплея элементы детали, подлежащие обработке, в соответствии с технической документацией и технологией изготовления, определяет зоны обработки и ограничения для них, выбирает из перечня стратегии обработки, задает технологические параметры и геометрию инструмента. При необходимости может сам, с помощью средств системы, выполнить дополнительные геометрические построения. В интерактивном графическом режиме может быть выполнен анализ сформированных траекторий обработки деталей и при

необходимости их коррекция.

Соответственно геометрический редактор является важнейшей составляющей системы ГеММа-3D. С его использованием непосредственно в системе могут быть созданы математические модели деталей, подлежащих изготовлению на станках с ЧПУ, а также обеспечивается активная работа технолога с подготовленными моделями.

Для этого в составе геометрического редактора имеется широкий арсенал средств.

В их числе: целый ряд плоских и пространственных кривых; все основные типы поверхностей, используемые в САПР; средства для их построения, объединения, модификации; все необходимые геометрические операции.

При использовании математических моделей, созданных в других САПР, геометрический редактор также остается необходимым. Во-первых, при наличии модели необходимы геометрические доработки, определяемые технологией изготовления (определение заготовки и технологических скруглений и сопряжений, доработка модели, например закрытие отверстий и щелей и т.д.). Во-вторых, в ряде случаев конструктор передает не полную математическую модель детали, а только ее основу, отображаемую на чертеже - виды и сечения. В этом случае, по данной информации математическая модель детали может быть создана технологом-программистом в системе ГеММа-3D.

Исходная математическая модель детали может состоять из ряда отдельных поверхностей или они могут быть объединены в так называемую "оболочку" (В частности, при получении математической модели из "твердотельной" САПР она представляется внутри системы ГеММа-3D именно как оболочка). При выполнении последующих операций, включая подготовку управляющих программ, с математической моделью можно оперировать как с "оболочкой" (твердым телом), или разделить ее на составляющие поверхности. В результате достигается необходимая гибкость в последующей подготовке эффективных управляющих программ. Для удобства геометрический редактор разделен на 2 раздела - 2D и 3D, с реализацией перехода из одного редактора в другой, с переносом элементов из 2D в 3D пространство.

Сформированные в системе ГеММа-3D особо сложные пространственные (3D) объекты бывает удобно анализировать в цветных тоновых изображениях. Для этого система ГеММа-3D имеет средства тоновой визуализации геометрических объектов.

Для удобства работы с моделями и их элементами в системе предусмотрен комплекс **геометрических преобразований**, обеспечивающих масштабирование в целом или по заданным осям, перенос и поворот с неограниченным копированием, отражение относительно заданных геометрических объектов, копирование с одновременным перемещением вдоль заданной траектории. Указанные операции, реализованные в системе ГеММа-3D, обеспечивают простоту и оперативность при построении деталей с повторяющимися элементами, а также при планировании рационального размещения групп элементов (деталей), на столе станка,

листовых заготовках и т.д.

При подготовке математической модели для программирования обработки система ГеММа-3D позволяет выполнить **специализированные операции, необходимые технологу - утилиты технолога-программиста.** Они обеспечивают: построение эквидистант к кривым и поверхностям; проектирование линий на поверхности; разделение поверхностей на зоны обработки; построение траекторий перемещения инструмента при подходе к заготовке и отхода от нее; выделение зон, доступных для обработки инструментом данного размера.

По завершении построений формируются траектории перемещения инструмента при обработке выделенных зон и задаются необходимые технологические параметры обработки.

В системе ГеММа-3D разделяются программирование **2D обработки и 3D (4 и 5D) фрезерной обработки**.

В разделе **Обработка 2D** описывается программирование фрезерной обработки 2D и 2.5D деталей, сверление деталей 2D и 2.5D, гравирование на плоских изделиях с 2-х и 3-х осевым движением инструмента, лазерная и электроэрозионная резка, в том числе 4-х осевая, с поворотом проволоки, а также токарная обработка. Задается геометрия используемых инструментов (фрез, резцов). Описание инструмента может быть сохранено в **архиве инструментов**. Для станков, имеющих многоинструментальные головки и магазины, в случае многоинструментальной обработки детали, создается соответствующее наполнение для последующей заданной очередности использования в управляющей программе.

Раздел **3D фрезерная обработка** определяет подготовку программ фрезерной обработки и сверления на 3-х, 4-х и 5-ти координатных станках с ЧПУ. В этом же разделе могут быть получены программы гравирования и разметки на поверхностях. Рассматривается реализованная **связь 2D** и **3D обработки**. Все траектории движения инструмента при обработке 2D и 2.5D, могут быть положены на поверхности и оболочки, преобразуясь в траектории **3D**.

В системе ГеММа-3D технологу предоставляется широкий набор стратегий черновой, получистовой и чистовой фрезерной обработки. При необходимости он также имеет средства самостоятельно задать требуемую траекторию в ручном интерактивном режиме.

Для всех траекторий обработки 2D и 3D важнейшим свойством системы ГеММа-3D, начиная с версии 8, является строгое исключение попадания инструмента в тело детали. Таким образом - "подрезы" при построении обработки самых сложных деталей в системе ГеММа-3D исключены!

Расширяющееся внедрение твердотельных конструкторских систем приводит к все большему представлению в производство **твердотельных моделей**. Как правило, в них наблюдаются **разрывы ("щели") между составляющими геометрическими элементами**, в пределах точности построений. Разрывы затрудняют формальный процесс построения траекторий обработки. Поэтому в известных CAM-системах требуется устранение разрывов внутри выделяемых зон обработки. В представляемой

версии системы ГеММа-3D **данная операция** не нужна. Наряду с твердотельными моделями, реализованный аппарат прохождения разрывов (не опускать инструмент ниже границ разрыва, соединяя их гладкой кривой) позволяет автоматически строить эффективные траектории обработки изделий с вырезами, нишами, "окнами" и т.д.

Построенные управляющие программы представляются для анализа в наглядной графической форме и, при необходимости, могут быть скорректированы.

Результат работы системы ГеММа-3D - управляющая программа на обработку детали - выдается в инвариантном коде. Его преобразование в систему команд конкретных устройств управления станков с ЧПУ (УЧПУ) осуществляют программы-постпроцессоры. Постпроцессоры являются дополнением к базовой поставке системы ГеММа-3D. В поставляемой библиотеке содержится около 50 постпроцессоров, охватывающих основные системы управления отечественных и зарубежных станков с ЧПУ.

Для создания постпроцессоров в системе ГеММа-3D предусмотрен специализированный язык, позволяющий задействовать в постпроцессоре все существенные функции УЧПУ, необходимые для формирования эффективных управляющих программ. Постпроцессоры, составленные на специализированном макроязыке, используются **генератором постпроцессоров** при трансляции управляющих программ в коды конкретных УЧПУ. Для упрощения составления постпроцессоров имеется табличный генератор, формирующий текст постпроцессора на специализированном макроязыке.

Все постпроцессоры даются в исходных текстах, на макроязыке **генератора постпроцессоров в библиотеке**. Пользователь после изучения инструкции к генератору постпроцессоров получает возможность выбрать наиболее подходящий постпроцессор из библиотеки и скорректировать его под свои потребности. Постпроцессор может быть составлен заново. Таким образом, для этого имеются два базовых пути.

Первый состоит в использовании табличного генератора постпроцессоров. Программа-постпроцессор формируется после задания в таблицах. В результате быстро формируется упрощенный постпроцессор, обеспечивающий использование станка с конкретной новой УЧПУ.

Второй путь предполагает составление постпроцессора на специализированном языке генератора постпроцессоров, обеспечивающем задействование в нем всех функций, предоставляемых УЧПУ.

Возможно также совмещение путей. При нем упрощенный постпроцессор формируется в табличном генераторе, а затем сформированный текст дорабатывается специалистом.

Большая библиотека постпроцессоров и эффективный **генератор постпроцессоров обусловили использование предыдущих версий системы ГеММа-3D на целом ряде предприятий для постпроцессирования управляющих программ, подготовленных в других, параллельно используемых на предприятиях CAD/CAM систем. Начиная с текущей версии системы ГеММа-**

3D, данная возможность является штатной.

При комплектации управляющей программы для постпроцессирования могут быть использованы программы в инвариантных кодах систем CATIA, UNIGRAPHICS, PROENGINEER, Power Mill, SIMATRON и ряда других.

Таким образом, система ГеММа-3D с одной стороны, является полнофункциональным CAD/CAM программным продуктом и может автономно решать задачи описания и обработки изделий, а с другой стороны, естественно вписываться в состав многофункционzматизации проектирования и производства.

Работа в системе ГеММа-3D может потребовать определенного времени и участия нескольких исполнителей. Также может возникнуть необходимость продолжительного хранения моделей и программ обработки и т.д., создания близких копий деталей и программ, возвращения к предыдущим вариантам, объединения или раздела некоторых из них. **Указанные операции обеспечивает архив данных системы ГеММа-3D**. В нем предусмотрено сохранение данных по отдельным объектам в независимых разделах.

В каждом разделе могут быть выделены уровни для хранения отдельных составляющих объектов. Пользователем могут быть самостоятельно введены директории для хранения исходных математических моделей объектов и управляющих программ.

Чрезвычайно важным в системе ГеММа-3D является обеспечение связи с известными конструкторскими и технологическими системами, а также системами художественными.

В тех случаях, когда математическая модель создана в одной из известных систем САПР, она может быть непосредственно воспринята в системе ГеММа-3D и использована технологом-программистом. С другой стороны, все геометрические объекты, построенные в системе ГеММа-3D, могут быть переданы в известные САПР и художественные системы.

Начиная с версии 8 реализована возможность помодульного использования системы ГеММа-3D.

Автономным является **модуль наглядного (фотореалистичного) представления хода обработки детали из заданной заготовки и результата обработки G-mill.**

В нем рассчитываются время обработки, объем удаленного материала. Анализируются условия резания по глубине и углу охвата фрезы материалом. В соответствии с ними возможно введение коррекции по траектории подачи - торможении и ускорение относительно заданной номинальной величины. Очень важным для анализа стало отображение величины припуска, остающегося после проведения обработки до исходной математической модели детали.

Развитие установок послойного синтеза и, в частности, создания отечественной стереолитографической (SLA) установки (ИПЛИТ РАН, г. Шатура) вызвало необходимость создания соответствующего программного обеспечения. **По всем математическим моделям, подготовленным в системе ГеММа-3D или полученным из других систем, могут быть получены**

управляющие программы для изготовления фотополимерных изделий в стереолитографических установках.

В целом, система ГеММа-3D представляет собой многофункциональное инструментальное средство технолога-программиста. Для ее эффективного использования наряду с профессиональными знаниями в области технологии металлообработки, ему потребуется освоение приемов геометрического моделирования и управления интерактивным программным комплексом. **Необходимые навыки решения практических задач могут появиться у специалиста только в процессе работы с системой.** Как правило, одно и то же решение может быть получено несколькими способами. Дружественный интерфейс пользователя и высокая наглядность графического отображения информации обеспечивают быстрый рост квалификации в использовании системы. Тем не менее, оперативность получения результата и выбор наиболее эффективной последовательности действий определяются опытом и приобретенными навыками. Для скорейшего освоения необходимо как можно больше практиковаться, проводить самостоятельные эксперименты по изучению всех возможных действий системы, консультироваться с более опытными пользователями, обращаясь, при необходимости, к разработчикам.

Обнаруженные ошибки или неадекватная реакция системы, а также замечания и предложения по совершенствованию системы будут с благодарностью восприняты авторами.

Пользователи системы

Основными пользователями системы могут быть квалифицированные технологи-программисты, конструкторы, технический персонал. Приобретя навыки работы с системой ГеММа-3D, а также геометрическим моделированием деталей и изделий, подлежащих обработке, конструктор и технолог создают математическую модель. Эффективность работы характеризуется сроками подготовки математической модели и ее качеством, которые непосредственно связаны с квалификацией исполнителей.

Целый ряд операций по занесению исходной информации для моделирования не требует высокой квалификации и может быть выполнен техническим персоналом.

Анализ математической модели может выполняться по ее графическим изображениям техническими руководителями и ведущими специалистами, для которых изучение работы с системой является необязательным.

Технолог-программист прорабатывает рациональную последовательность обработки, устанавливает технологические параметры и базы. Вывод программ может осуществляться техническими специалистами в соответствии с потребностями производства.

Постпроцессоры готовятся с использованием паспортов УЧПУ станками

специалистами в области программирования или технологами-программистами, знакомыми с ISO - кодировкой, принятой в системах управления, а так же знающими требования к форме предоставления управляющей программы на конкретных предприятиях.

Спецификация поставки

Система поставляется покупателю в виде дистрибутива на одном компакт-диске. В комплект поставки входит "Инструкция по использованию системы ГеММа-3D", "Генератор постпроцессоров управляющих программ", "Краткое описание системы с примерами использования", электронный ключ.

Программный комплекс, создаваемый путем инсталляции с дистрибутива, включает комплект программных средств, оговоренных в Лицензионном соглашении между Поставщиком и Покупателем.

По мере разработки новых программных средств, покупатель будет проинформирован об их возможностях и ценах на них.

Требования

Общие требования

1. CD-ROM должен быть доступен локально (на Вашем компьютере) или по сети.

2. Манипулятор типа "мышь" или трэкбол.

3. Операционная система Microsoft Windows® 9x или Windows NT/2000/XP ®.

Требования для подсистемы 2D (плоская фрезерная 2D или 2.5D обработки, токарная и электроэрозионная (2D/4D) обработка, гравировка, термическая резка и вырубка на дыропробивных прессах)

Минимальная конфигурация:

Intel Pentium ® или совместимый процессор с частотой 100 Мгц.

32 Мб Оперативной памяти (RAM).

200Мб сводного места на жёстком диске.

Видеокарта должна поддерживать разрешение 800x600 при палитре 256

цветов.

Рекомендуемая конфигурация:

Intel Pentium® III или AMD Athlon ® процессор.

128 Мб оперативной памяти или больше.

600Мб сводного места на жёстком диске.

Видеокарта должна поддерживать разрешение 1024x768 при палитре 65535 цветов.

Требования для подсистемы 3D (фрезерная обработка 3D/4D/5D)

Минимальная конфигурация:

Intel Pentium ® или совместимый процессор с частотой 200 Мгц.

64 Мб Оперативной памяти (RAM).

200Мб сводного места на жёстком диске.

Видеокарта должна поддерживать разрешение 800x600 при палитре 256 цветов.

Рекомендуемая конфигурация:

Intel Pentium® III или AMD Athlon ® процессор.

256 Мб оперативной памяти или больше.

600Мб сводного места на жёстком диске.

OpenGL совместимая видеокарта.

Визуализатор обработки G-Mill

Рекомендуемая конфигурация:

Intel Pentium III ® или AMD Athlon ® процессор с частотой 800 Мгц.

512 Мб оперативной памяти или больше.

Видеокарта с аппаратной поддержкоай OpenGL 1.1.

Установка системы

Для установки полной версии системы ГеММа-3D необходимо 100 Мбайт свободного пространства на жестком диске.

ВНИМАНИЕ! При установке системы на компьютер с ОС Windows NT необходимо иметь привилегии “Administrator”.

Последовательность установки:

1. Установите электронный ключ в параллельный порт. Эту операцию необходимо проводить при **выключенном компьютере.**

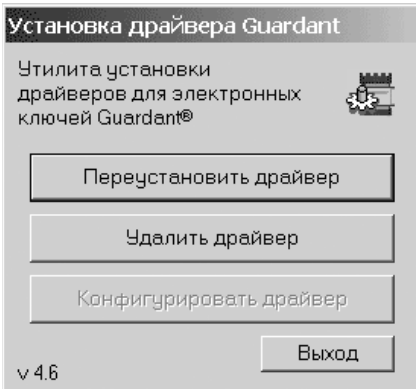


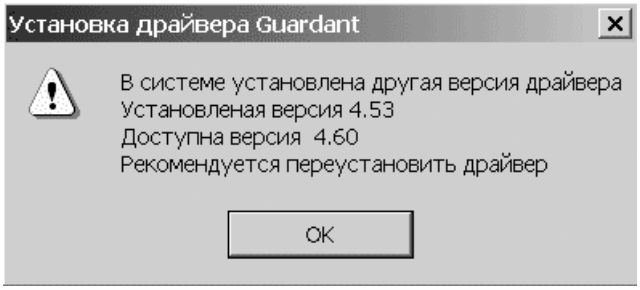
2. Вставьте компакт-диск в привод CD-ROM. Если в Вашей системе включен режим автоматического запуска программ с компакт-диска, то процедура установки запустится автоматически. Если нет, то необходимо запустить программу SETUP.EXE, находящуюся в корневом каталоге компакт-диска.

3. Выполняя все указания программы установки.



4. В конце процедуры установки система выдаст запрос на установку драйвера для электронного ключа. Необходимо нажать на кнопку ***Установить***, и драйвер будет установлен. Если драйвер уже установлен, то система произведет проверку текущей установленной версии драйвера и, в случае наличия более новой версии, выдаст рекомендацию о его замене (переустановке). Если версия обнаруженного драйвера достаточно новая, то рекомендации о замене не будет, и в окне диалога будет доступна кнопка ***Удалить***. В этом случае следует нажать кнопку ***Выход***.





Реинсталяция/Деинсталяция системы

1. Чтобы запустить процедуру реинсталяции или деинсталяции системы необходимо выбрать:

Пуск->Настройка->Панель управления -> Установка и удаление программ

(Start->Settings->Control Panel -> Add/Remove programs)

2. Найти в списке установленных программ ГеММа-3D и нажать кнопку ***Удалить/Изменить (Change/Remove)***.

3. Далее мастером инсталляции Вам будет предложено выполнить необходимые действия. Следуйте его инструкциям.

Структура системы

Система ГеММа-3D включает следующие основные модули:

- интерактивный геометрический редактор для построения плоских и объемных объектов;
- средства формирования траектории инструмента для фрезерной и электроэрозионной обработки;
- средства объединения траекторий инструмента в программу на языке APT;
- редактор текста APT - программы, обеспечивающий ее визуализацию;
- средства тоновой визуализации процесса обработки;
- набор постпроцессоров, транслирующих APT - программу в управляющую программу (УП) станка с ЧПУ;
- дополняющие систему перекодировщики данных в форматах DXF, IGES и STEP;
- библиотеку постпроцессоров.

Геометрический редактор предназначен для формирования в интерактивном режиме плоских и объемных геометрических объектов: точек, отрезков прямых, многоугольников, дуг окружностей, плоских и пространственных кривых и поверхностей.

Геометрический редактор включает:

- редактор плоских моделей и сечений объемных моделей;
- редактор объемных моделей;
- модули, осуществляющие создание вспомогательных геометрических элементов и технологические построения.

Геометрические модели деталей, созданные с помощью редактора, служат основой для формирования траектории инструмента при их обработке.

Полученные траектории инструмента объединяются в комплексную программу обработки деталей в инвариантном коде (APT - программа). При этом задается технологическая информация: скорости резания, обороты шпинделя, режимы охлаждения, коррекции инструмента и др.

Программа может быть выведена в инвариантном коде или оттранслирована любым из постпроцессоров, включенных в систему, в код определенной системы управления станка с ЧПУ.

Файлы и преобразование данных в системе

В процессе работы система ГеММа-3D использует внешние файлы различных форматов:

- формат .det используется для хранения геометрических моделей плоских объектов;
- формат .dsw используется для хранения геометрических моделей пространственных объектов- трехмерных кривых и поверхностей;
- файлы в формате .apt (.a01, .a02 и т.д.) содержат полные управляющие программы в инвариантном коде (APT - программы);
- файлы в формате .msh (.m01, .m02 и т.д.) содержат управляющие программы для конкретной системы управления ЧПУ и конкретного станка, полученные из файлов в формате .apt в результате постпроцессирования;
- файлы в формате .txt содержат таблицы координат точек плоских и пространственных кривых.

Типовая последовательность действий технолога-программиста

Рассмотрим типовую последовательность операций, выполняемых технологом-программистом при подготовке управляющих программы для обработки детали.

Основные операции

- В архиве данных создается файл, в котором будет размещаться информация по обрабатываемой детали.

- Описывается геометрия детали с использованием геометрического редактора системы.

- Если деталь плоская, используется **редактор 2D**, в котором строятся все линии, составляющие деталь. Как правило, линии являются составными, образованными отрезками прямых, окружностей, других кривых, предусмотренных в редакторе. Элементы, формирующие линии, которые определяют зоны обработки, объединяются в контуры. При необходимости используются преобразования, включающие копирование, перенос, поворот, отражение и др.

- Для пространственных деталей в **геометрическом редакторе 2D** строятся линии опорного каркаса поверхности. Элементы, составляющие каркасные линии, объединяются в контуры. Каркасные кривые, каждая из которых представлена самостоятельным контуром, передаются в геометрический редактор 3D.

- В любой момент времени работа может быть прервана, и информация записана в архив. При переходе к следующему этапу работы информация автоматически считывается из архива.

Вспомогательные построения в геометрическом редакторе

- Для плоских деталей могут быть, например, построены контуры прижимов, закрепляющих деталь на столе станка;

- Для пространственных деталей строятся в **редакторе 2D** контуры, ограничивающие зоны обработки на составляющих деталь поверхностях. Контуры передаются в **редактор 3D**;

- В **редакторе 3D** строятся проекции кривых на поверхности, сечения поверхностей, а также пересечения поверхностей друг с другом. При необходимости строится поверхность сопряжения двух поверхностей с образующей в виде дуги окружности постоянного или переменного радиуса, проекции линий на поверхности, границы поверхностей, линии

пересечения и т.д. так же входят в состав используемых 3D кривых;

- Для деталей, образованных поверхностями, частично доступными при обработке в данном положении на 3х-координатном фрезерном станке, автоматически строится линия раздела на верхнюю и нижнюю половины. Это особенно удобно при построении математических моделей и обработке гравюр половин штампов и литейных форм.

Вспомогательные построения с использованием утилит геометрического редактора

К контурам, образующим плоские детали, а также ограничивающим зоны обработки на поверхностях, строятся эквидистанты, определяющие границу перемещения центра фрезы при их обработке. Строятся участки траекторий подхода инструмента к обрабатываемому контуру и отхода от него. Для карманов определяются области, обрабатываемые фрезой данного радиуса.

Построение траектории перемещения инструмента при обработке детали

- Для плоских деталей в разделе **Обработка 2D** последовательно формируются программы обработки контуров, составляющих деталь;

- Для пространственных деталей траектория обработки контура также строится в разделе **Обработка 2D**. Построение траектории обработки участков поверхностей выполняется в разделе 3D обработки.

- Выполняется формирование траектории инструмента. Для этого к траекториям, построенным в разделах **Обработка 2D** и **Обработка 3D**, добавляются отрезки, соединяющие их с исходной точкой, и приписываются технологические параметры (подачи, обороты шпинделя, включение охлаждающей жидкости и др.). Перемещение по ряду траекторий может быть объединено в одну управляющую программу. Управляющие программы записываются в инвариантном коде (APT - программы).

- Управляющая программа просматривается в редакторе управляющих программ. При необходимости выполняется ее ограниченная коррекция.

- Управляющая программа проходит постпроцессирование определенным постпроцессором. В результате получается окончательная управляющая программа в кодах устройства числового управления станка.

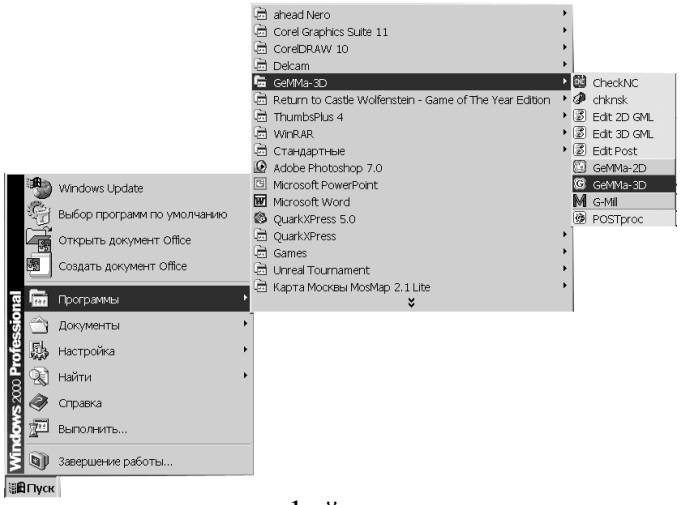
- При необходимости выполняется визуализация управляющей программы в модуле G-mill.

Запуск и завершение работы системы

Запуск системы может быть осуществлен несколькими способами:

Простой запуск системы. Осуществляется из панели задач Windows:

Start->Programs->GeMMa-3D->GeMMa-3D



Запуск системы с указанием файла, считываемого в процессе запуска из архива, осуществляется путем двойного щелчка мыши на файле детали, расположенном на рабочем столе Windows или в папке рабочего стола. Файлы деталей системы ГеММа-3D на рабочем столе имеют значки с логотипом системы.

Поскольку запуск системы может осуществляться в двух режимах, то выбор режима происходит автоматически по типу открываемого файла:

- 2D режим запускается при открытии файла с расширением *.det;
- 3D режим запускается при открытии файла с расширением *.dsw.