

# *Mastercam* глазами пользователей

Что думают о системе профессионалы инструментального производства

Уже третий год в нашем журнале публикуются различные материалы о *Mastercam*, отражающие преимущественно точку зрения разработчиков и распространителей этой самой популярной на Западе САМ-системы. На этот раз читателям предлагается узнать мнение другой стороны – пользователей, причем пользователей из Прибалтики, где популярность *Mastercam* даже выше, чем на Западе.

Помня опыт предыдущих опросов прибалтийских компаний о применяемых САД/САМ-системах (*Observer* #2/2001 и #3/2001), мы не стали составлять обширные анкеты, а ограничились лишь следующей формулировкой: “На основе своего многолетнего опыта работы с *Mastercam* назовите три самые положительные особенности этой системы и три области, в которых, на ваш взгляд, разработчикам следовало бы усилить имеющийся набор средств. Пожалуйста, коротко прокомментируйте свое мнение”.

В качестве респондентов были выбраны всего три компании – *Skan-Tooling* (Латвия), *Intersurgical* (Литва) и *Viro Tools* (Эстония), но имеющие высокий авторитет среди своих коллег и конкурентов. Все три компании зарабатывают на жизнь достаточно сложной деятельностью – разработкой и изготовлением пресс-форм по западным заказам. Специалисты этих компаний – настоящие профессионалы. Кроме того, специфика инструментального производства часто вынуждает применять различные САД/САМ-системы, что способствует расширению кругозора.

Как известно, к хорошему привыкают быстро, а пожелания и замечания у классного специалиста, ежедневно работающего с системой, есть всегда. Хороших слов о *Mastercam* оказалось сказано немало, но нас, естественно, больше заинтересовали именно замечания и пожелания.

Не секрет, что подобные опросы пользователей проводят и сами разработчики, чтобы держать руку на пульсе реальной жизни, а не заниматься только виртуальным планированием возможных направлений развития ПО. Однако публичной огласке эти сведения, как правило, не предаются. **Исповедуя политику информационной открытости, наша редакция хотела бы создать прецедент гласного обсуждения этих вопросов, для чего и предложила опытным пользователям открыто высказать свое мнение.** Мы умышленно решили начать именно с *Mastercam* – признанного лидера среди САМ-систем в своем классе и призываем к такому же открытому диалогу как пользователей, так и разработчиков или представителей других САМ-систем.

Возможность узнать мнения настоящих профессионалов, на наш взгляд, представляет несомненную пользу и интерес для читателей. От имени редакции мы выражаем искреннюю благодарность **Борису Иванову, Рамунасу Казлаускасу и Хенри Мяги** за участие в подготовке этой статьи. Кроме того, для сохранения баланса мнений мы попросили прокомментировать ответы пользователей г-на **Иво Липсте**, вице-президента компании *COLLA*, который отвечает за поддержку *Mastercam* на территории стран Балтии и СНГ.

## 1 Борис Иванов, технолог-программист компании *Skan-Tooling*

Что мне больше всего нравится в *Mastercam*:



1. Наличие собственного мощного аппарата геометрических построений. Считаю, что САМ-система просто обязана иметь возможность производить геометрические построения на уровне средней САМ-системы. Это требование особенно важно применительно к инструментальному производству. Вероятно, наиболее типичный

пример необходимости моделирования – изготовление электродов для обработки формообразующих поверхностей деталей форм и штампов. Иногда по технологическим причинам бывает необходимо произвести какие-то перестроения на обрабатываемой детали или “подлечить” модель. В ряде случаев несложные дополнительные построения или изменения позволяют

намного упростить процесс создания программ обработки детали.

У *Mastercam* есть свой поверхностный моделлер, имеющий отличный набор возможностей работы с 2D-геометрией и 3D-кривыми. Все это включено в стандартную поставку. За очень умеренную доплату можно купить и модуль твердотельного моделирования.

2. Многовариантность решений. Любую деталь можно изготовить десятками способов. Как говорится, сколько технологов – столько и технологий. Причин тут много: различия в станочном парке, используемый инструмент, наличие в цехе нужных специалистов, традиции предприятия, просто субъективное мнение технолога... Поэтому мне нравится, что *Mastercam*, как правило, позволяет достичь цели минимум двумя-тремя способами. Это дает возможность подобрать оптимальную технологию обработки детали, а иногда просто “обойти” проблемы, возникшие при подготовке УП. Ведь всем знакома ситуация, когда “больная” модель может попить изрядно крови у технолога: ну не получается обработка, и все тут! В *Mastercam* всегда можно найти другое решение, позволяющее обойти проблемное место.

**3.** Наличие прогрессивных схем обработки. В системе активно внедряются новые схемы, значительно ускоряющие процесс написания программ и обработки детали, а также улучшающие качество обработки. Я имею в виду схемы, позволяющие производить обработку деталей с постоянной шероховатостью поверхностей, а также схемы, ориентированные на *HSM*-обработку. Это относится как к обработке в *3D*, так и в *2D*. Нужно сказать, что в некоторых системах (не буду конкретизировать, хотя я имею в виду *Delcam*) возможности заметно “смещены” в сторону одного из видов обработки – либо *3D*, либо *2D*. В *Mastercam* радует то, что обработка в *2D* так же хороша и имеет такие же широкие возможности, как и в *3D*.

### Области, в которых следовало бы усилить имеющийся набор средств

**1.** Хотелось бы, чтоб система “видела” заготовку. К сожалению, в системе не существует понятия “заготовка”, т.е. *Mastercam* работает только с обрабатываемой геометрией. Да, конечно, кроме обрабатываемой геометрии можно задать границы обработки (контурами), запретные зоны (контурами), запретить обработку отдельных поверхностей и многое другое... Но нельзя объяснить системе, что “вот это – заготовка”, нельзя объяснить, что удаляемый материал заключен именно в объеме этой самой заготовки.

Насколько проще могла бы быть работа (особенно при создании черновой обработки), если реализовать эту возможность! Кстати, в “тяжелых” системах это давно реализовано. Пора бы начать догонять “старших братьев”! Если развивать эту мысль дальше, хотелось бы, чтоб система отслеживала изменение геометрии заготовки после каждой операции. Мне кажется, что это значительно упростило бы и ускорило доработку необработанных зон и позволило бы сделать более рациональными движения подвода/отвода/врезания.

**2.** Ограничения по типам фрез. К сожалению, пока в *Mastercam* без каких-либо ограничений (во всех видах обработки) можно использовать только цилиндрические, сферические и тороидальные типы фрез. Применение конических фрез возможно далеко не во всех видах обработки. Это, конечно, усложняет обработку некоторых изделий. Да, за счет многовариантности решений систему можно обмануть и сделать УП для обработки детали под коническую фрезу. Но для этого нужно иметь некоторый опыт, потратить какое-то время и силы. Хотелось бы надеяться, что *CNC Software* устранил в 10-й версии этот досадный пробел и расширит типы используемых инструментов.

**3.** Несовременный интерфейс. Я давно работаю в *Mastercam*, и лично меня интерфейс системы в общем-то устраивает. Более того, я уверен, что интерфейс хоть и несовременный, но удобный. Но мне абсолютно понятно, что сейчас, когда все *CAD/CAM*-системы активно

перерабатываются (создаются) под *Windows*-стандарт, *Mastercam* не должен слишком долго оставаться в стороне от этого процесса.

Нельзя сказать, что *CNC Software* абсолютно игнорирует эти тенденции – в 7-й, 8-й и 9-й версиях интерфейс системы заметно видоизменился. Но хотелось бы, чтоб процесс шел активнее. Ведь, несмотря на всеобщую дружную нелюбовь к “рыжему Биллу”, трудно отрицать, что *Windows*-интерфейс имеет немало приятных и удобных “штучек”.

Кроме того, думаю, что для молодых людей, начинающих изучать *Mastercam*, непривычный по нынешним временам интерфейс может прибавить пунктик в графу “Минусы системы”, что не очень хорошо скажется на рейтинге этой далеко не безразличной мне системы.

### Комментарии Иво Липсте



Прежде чем комментировать конкретные моменты, хотелось бы сказать несколько слов, общих для всех ответов пользователей.

На мой взгляд, нет необходимости комментировать высказанные пользователями положительные мнения о *Mastercam*, поскольку они полностью созвучны с мнениями пользователей во всем остальном мире, что еще раз подтверждает знания и высокий профессиональный уровень респондентов. Я уже не раз писал практически обо всех отмеченных здесь положительных качествах *Mastercam*, в том числе и на страницах этого журнала, и повторяться еще раз просто не хотелось бы. Анализируя высказанные пожелания, позволю себе в хорошем смысле вспомнить известное выражение: “От многих знаний – многие печали”. Любой уважающий себя профессионал, даже обладая мощным инструментом для своего ежедневного творчества, всегда будет чувствовать определенную скованность полета мысли и сможет указать на то, чего ему не хватает для полного счастья. Такие пользователи – “золотой запас” любого разработчика, ибо помогают ему вырабатывать наиболее эффективную стратегию развития продукта. Если проследить, как от версии к версии менялся *Mastercam*, то становится отчетливо видно, что воплощение пожеланий пользователей как раз и является основой развития этой системы. Я регулярно общаюсь со всеми опрошенными редакцией специалистами, поэтому большинство отмеченных здесь вопросов не стали для меня новостью и уже обсуждались при наших встречах или по телефону. Поэтому приводимые здесь комментарии адресованы в первую очередь тем, кто начинает свою работу

с *Mastercam* или только думает об этом – для правильного понимания сути затронутых вопросов.

Теперь конкретно о вопросах, затронутых Борисом.

**1.** Пользователи *Mastercam Lathe* (модуль токарной обработки) уже знакомы с одной из “достопримечательностей” 9-й версии, которая как раз и позволяет создавать обработку детали с учетом изменений заготовки при переходе с операции на операцию. Главным преимуществом такого подхода к созданию УП, как уже отметил Борис, является то, что практически к нулю сводится “обработка воздуха” на рабочей подаче, а также осуществляется автоматический подвод инструмента к зоне обработки без риска врезаться в необработанный материал на быстрой подаче.

Такой подход к подготовке траекторий обработки считается привилегией “тяжелых” систем, но в последнее время и “сердняки” (особенно претендующие на “тяжесть”) тоже пытаются предложить нечто похожее на “чувствование” заготовки. К сожалению для пользователей, наш анализ показал, что среди “сердняков” пока большей частью создается лишь видимость полнокровного решения.

Что касается *Mastercam*, то официально такие возможности для фрезерной обработки не декларируются. Тем не менее в системе присутствует целый ряд функций, которые точно знают, как изменяется форма заготовки между операциями и сколько материала остается над нужными поверхностями. Например, дообработка недостаточно отфрезерованных мест (как при черновой, так и при чистовой обработке), где при создании траектории инструмента учитываются предыдущие операции (все или выборочно). Другой пример – когда между операциями анализируется фактическая толщина снимаемого материала для оптимизации подачи. И этот перечень можно продолжить. Вполне возможно, что другой поставщик ПО, основываясь на этих функциях, организовал бы такую рекламу, что всему миру технологов-программистов показалось бы, что именно это и есть то самое “видение” заготовки. Но разработчики *Mastercam* не пытаются “раздуть” большую муху в маленького слона, а планомерно работают, чтобы в последующих версиях пользователи могли сами увидеть, как система “чувствует” заготовку.

**2.** В версии 9.1, которая сейчас находится в стадии завершения бета-тестирования и скоро ожидается в промышленной реализации, уже введен ряд специальных опций для обработки поднутрений. Во время тестирования на реальных моделях, которые содержат поднутрения, *Mastercam* показал неплохие результаты, а выявленные огрехи сейчас устраняются. Так что конические, сферические и обратные конические фрезы теперь можно будет в полной мере использовать как при грубой обработке поверхностей (методами “карман” и “по контуру”), так и при чистовой обработке по контуру (*Finish Contour*).

**3.** Есть разные мнения по поводу традиционного интерфейса *Mastercam*. Возможно, что начинающим пользователям, привыкшим к стилю *Windows*, он поначалу покажется старомодным, однако практически всем опытным пользователям этот интерфейс нравится, и даже многими из *CAM*-экспертов он признается одним из самых продуманных и логичных. Как известно, практически все “матерые” пользователи мало увлекаются щелканьем “мышкой по менюшкам”, ибо система “горячих” клавиш для быстрого запуска команд лучше обеспечивает отличный темп работы в две руки.

Но дух времени и пожелания клиентов игнорировать нельзя. Разработчики уже представили на обсуждение дистрибьюторам новый интерфейс “версии X”. Можно с уверенностью сказать, что поклонники Уильяма Гейтса будут довольны. Ну а для тех, кто не захочет изменять традициям, предусмотрена возможность переключения на привычный классический интерфейс.

## **2 Ramunas Kazlauskas, CNC Programming Manager (Intersurgical)**



После некоторых раздумий я решил вынести на суд общественности следующие, на мой взгляд, самые положительные и отрицательные свойства *Mastercam V9*.

### **Что мне нравится в *Mastercam V9*:**

**1.** Менеджер операций (*Operation manager*). Менеджер операций дает такие возможности манипулировать отдельными операциями, всевозможными настройками обработки детали, что даже страшно подумать, как можно было раньше обходиться без этого.

**2.** Удобство отладки операций. Отлаживая какую-то операцию, не надо каждый раз заново выбирать всякие цепочки сложных контуров, поверхности, точки – достаточно просто изменить непонравившийся параметр и все регенерировать. Это экономит колоссальное количество времени.

Регенерация происходит значительно быстрее, чем пересчет операции “с нуля”, к тому же это помогает избежать ошибок в процессе выбора графических элементов.

**3. Гибридное моделирование.** Имеется возможность (жаль, что не бесплатная) использовать при создании 3D-геометрии не только поверхности, как раньше, но и твердые тела (модуль твердотельного моделирования). При этом оба метода можно одновременно использовать в одном файле. Это избавляет от мук, знакомых многим технологам, – например, в таких случаях, когда надо сгладить на объемной поверхностной модели всякие (и по-всякому сходящиеся) уголки.

#### Что в *Mastercam V9* следовало бы усилить:

**1.** С появлением твердого тела в *V8* расширились и возможности оформления чертежей (сечения и пр.). Это, конечно, дело хорошее. При этом разработчики ухитрились сделать функции, которые автоматически решают, как будет стоять размер на чертеже (вертикально, горизонтально, под углом и т.п.). Это тоже как бы хорошо. Не понятно то, что система теперь сама определяет, какую из нескольких тесно расположенных точек “захватить”, и “клеит” туда размеры. При маленьких увеличениях практически невозможно работать с этой автоматизацией на больших чертежах или на чертежах, где много мелких элементов.

**2.** Иногда при работе с 3D-деталью сложной формы *Mastercam* показывает странные движения инструмента – может быть, они и правильны математически, но разве ж это “по-человечески”? Хотелось бы в таких случаях найти место, где можно было бы поставить “галку” – чтобы система придала этому разумный вид, используя какие-нибудь *knowledge-based*-функции. Сейчас единственным доступным средством *NC*-редактирования не очень-то удобно пользоваться, если обработка сложная.

**3.** Иногда создается впечатление, что разработчики *Mastercam* не очень-то дружат с производителями стоек управления. В стандартных наборах постпроцессоров мне не удалось найти для себя такого, который сразу подходил бы для той стойки и станка, о которых говорится в описании (я говорю именно о постпроцессорах для конкретных станков и стоек, а не просто о близких, генерирующих похожие УП). Может быть, американцы поставляют в Европу станки с идентичными названиями, но с другими функциями и возможностями? В результате для УП генерируется куча всяческих G-кодов, которых нет в инструкции по программированию для станка. Мало того, зачастую вы найдете ошибки в формулах для вычислений и непонятным образом реализованные функции станков, казалось бы, простые. Разработчик называет все это “необходимой настройкой”, но что “настраивать” в случае, когда стойка предоставляет только один-единственный вариант? Наверное, по этой причине, разработчики не торопятся реализовать проверку (*Verify*) уже постпроцессированных УП.

Многие скажут, что это дело тонкое. Но что тут сложного для разработчиков, присесть да и отладить у

себя десяток-другой постпроцессоров для наиболее популярного оборудования с ЧПУ? Можно было бы заключить и договоры со станкостроителями о поставке вместе со станками специально настроенных постпроцессоров, позволяющих успешно использовать возможности новейшего оборудования.

#### Комментарии Иво Липсте

**1.** Вначале несколько слов о проблеме автоматизации образмеривания вообще. Средства такого рода, конечно, штука завлекательная, и во многом они позволяют экономить время при оформлении чертежей. Но понятно, что это не волшебная палочка, которая даст идеальный результат для деталей любой сложности. Многие *CAD*-системы предлагают что-то подобное, но все сталкиваются практически с одной и той же проблемой: эти продвинутые средства “думают” не так, как думает инженер. Практика показывает, что весьма успешно, как правило, проходит образмеривание моделей простых форм, – в противном случае старания программы чаще лишь раздражают конструктора.

Главная трудность при работе с моделью сложной и нерегулярной формы – наличие большого количества графических элементов. Сам процесс моделирования таких деталей обычно порождает множество мелких лоскутов поверхностей, граней твердых тел и пр., имеющих конечные и средние точки. При создании плоских проекций эти элементы могут почти совпадать. Однако модуль автообразмеривания видит их все и старательно пытается как-то привязать размером в соответствующих видах. В результате получается совершенно непотребный чертеж.

Хотя *Mastercam* не является в прямом смысле *CAD*-системой для чисто конструкторских работ, тем не менее весь необходимый набор средств у него есть. При наличии модуля *Solids* пользователь может автоматически сгенерировать по твердотельной модели плоский чертеж с нужными видами, сечениями, локальными видами. Простановка размеров ведется интерактивно – классическим способом и в режиме *Smart Dimensions*, который предполагает, что система помогает ставить размеры в зависимости от комбинации выбранных элементов (линия, дуга и пр.). В этом режиме (если активны *Smart Cursor* и *Auto Highlight*) система автоматически “ловит” и распознает точки и графические элементы, что примерно в три раза ускоряет процесс нанесения размеров по сравнению с классическим. Но, по-любому, процессом простановки размеров управляет человек.

При создании чертежных видов для модели, имеющей мелкие элементы, на плоском контуре появляются точки, расположенные крайне близко друг от друга. В этом случае при недостаточном увеличении действительно трудно заметить, куда именно привязался размер. Не всегда это желаемая точка, что может привести к простановке неверного размера. В ситуациях, где *Smart Cursor* не позволяет

получить размер горизонтальной или вертикальной проекции (например, для линии с ничтожно малым наклоном), следует пользоваться классическим способом, когда перед простановкой размера однозначно указывается, будет ли размерная линия вертикальной, горизонтальной или параллельной. Перед размериванием в местах “нагромождения” точек также лучше отключить средства автоматической привязки и работать, сильно увеличивая проблемные зоны, – это поможет верно выбирать необходимые точки.

**2.** При создании траекторий обработок *Mastercam* руководствуется одним правилом: если есть подозрительное для математики место, где по какой-то причине невозможно удержать заданную точность и при оптимизации траектории без поднятия инструмента есть риск не “вписаться”, то инструмент отводится с этого места, – реализуется незатейливый переход к следующей точке обработки. Иногда это делается поднятием инструмента на безопасную высоту. Практически с каждой новой версией разработчики вводят массу управляющих параметров, выставив которые, можно добиться желаемого результата.

В случае, если после расчета траектории инструмента выбранным методом видны какие-то странные движения, можно посоветовать немного изменить шаг и точность обработки или поэкспериментировать с настройками оптимизаторов. Тут надо отметить, что установки оптимизаторов “по умолчанию” не всегда подходят к конкретной детали или операции обработки (одно дело – гравировка на часовой стрелке, другое – обработка днища душевой кабины).

Если же эти труды не увенчались успехом и какие-то “вензеля” все-таки наблюдаются, есть два пути:

- тщательно образом проверить геометрию модели и устранить выявленные дефекты (потеряны какие-то маленькие поверхности, есть щели между поверхностями, нестыковки кромок по высоте, поверхность имеет какой-то изъём – типа микроподнутрения и пр.);
- выбрать другой способ обработки.

Конечно, все эти эксперименты требуют затрат сил и времени. Но подчеркну еще раз, что заложенная в систему логика направлена прежде всего на предупреждение возможных ошибок обработки в проблемных зонах.

**3.** Как уже неоднократно отмечалось, *Mastercam* имеет в комплекте порядка 80 постпроцессоров, охватывающих основную гамму оборудования. Наш опыт показывает, что если взять готовый постпроцессор и тут же “играть с листа”, то УП в результате получится сразу, причем вполне приличная. Тем не менее, как правило, требуется небольшая настройка под конкретную стойку и, самое главное, под привычки технологов.

Например, производитель дает в наборе под *FANUC* пару постпроцессоров, которые поддерживают даже 4-осевые движения и обеспечивают основу языка написания фанукообразных программ. Исторически так получилось, что похожий язык используют и многие

другие производители станков, в том числе и российские. Если вспомнить, что несколько десятков лет стойки *FANUC* и их аналоги используют различные производители станков, внося при этом в ПО стоек необходимые изменения согласно особенностям “железа”, и суммировать все эти модификации с “родными” фануковскими (с учетом всех их нюансов), то получится, что для всего спектра подобных стоек понадобится не менее двух десятков разных и в то же время похожих друг на друга постпроцессоров. А если учесть еще и привычки самих *NC*-программистов, каждый из которых имеет свое мнение о правильности УП (иногда в разряд неправильных попадают даже такие УП, по которым станок изготавливает деталь абсолютно точно), то всевозможных разновидностей получится уже сотни.

Поэтому разработчики предлагают многоуважаемым пользователям два пути:

- приобрести инструкции по написанию постпроцессоров, выбрать из базового набора наиболее близкий постпроцессор и творить его по образу и подобию. Программные средства отладки и написания постпроцессоров включены в базовую поставку.
- заказать отладку постпроцессора у дилеров *Mastercam* (это будет платная услуга).

Могут посоветовать также внимательно следить за появлением различных “патчей” и “апдейтов” – они свободно доступны на сайте разработчика ([www.mastercam.com](http://www.mastercam.com)). В том числе там можно обнаружить и обновления для постпроцессоров.

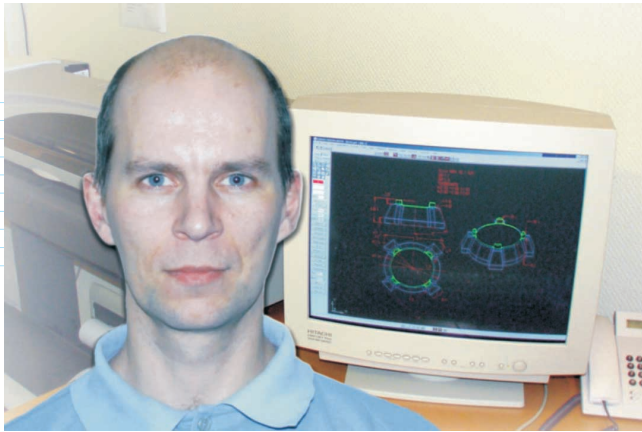
При необходимости непосредственно проверять уже готовые УП могут посоветовать воспользоваться отличной и недорогой программой *MetacutView* компании *North Wood Designs* ([www.metacut.com](http://www.metacut.com)), являющейся “Золотым Партнером” *Mastercam*. Эта система может быть встроена в *Mastercam* или работать независимо от него. Она создана как имитатор станка и может сама по тексту УП определить тип стойки, провести различные симуляции обработки, позволяет при необходимости внести исправления в УП. Тридцатидневная пробная версия *MetacutView* будет присутствовать и на инсталляционном диске *Mastercam ver.9.1*. Если программа понравится, то, доплатив 600 долл., эту триал-версию можно сделать рабочей.

## **3 Henry Mägi, Mold Designer (Viro Tools)**

### **Что мне нравится в Mastercam:**

Объяснить, почему нам нравится *Mastercam*, достаточно трудно. Свой выбор мы сделали давно и пользуемся им ежедневно. Сегодня это практически единственная *CAM*-система, в которой мы работаем. И все же можно отметить следующее:

1. *Mastercam* прост в обучении, меню сами ведут вперед. Заблудиться невозможно. Попробуйте поработать с любой системой *High-End* – и все сразу поймете.
2. Менеджер траекторий и ассоциативность реализованы отлично. Можно настраивать систему “под себя”



(определять иконки и макросы, использовать “горячие” клавиши).

3. В целом *Mastercam* хорош, так что нельзя выделить что-то одно.

### Области, в которых следовало бы усилить имеющийся набор средств

В любой системе есть что улучшить. Любой опытный специалист, использующий систему каждый день, всегда знает какие-то недостатки своей системы.

1. Расчет траектории иногда занимает много времени. Современные фрезерные станки – быстрые и точные, пресс-формы требуют высокой точности изготовления, а расчет УП с точностью выше 0.001 мм с помощью *Mastercam* может идти весьма долго. Когда-нибудь в будущем компьютеры станут более производительными, но пока разработчикам надо позаботиться об улучшении модуля расчетов.

2. Траектории для грубой обдирки и дообработки не всегда меня удовлетворяют.

3. Для меня загадка, почему нет возможности верификации траектории с изменением ориентации инструмента в турбо-режиме.

### Комментарии Иво Липсте

1. Подробный ответ по поводу того, как сократить время расчетов УП, уже публиковался в предыдущем номере (*Observer* #3/2002). Можно лишь добавить, что скорость расчетов во многом зависит не только от алгоритмов, используемых в САМ-системе, но и от того, какое качество УП гарантируется на выходе. Мне как-то довелось тестировать одну из весьма интересных систем “третьего эшелона”. Поражало, что она считает траектории очень быстро и примерно с одинаковой скоростью – независимо от задаваемой точности. Все прояснилось, когда проанализировали траекторию: оказалось, что любое значение, точнее одной сотой, просто округлялось до сотки...

Кроме того, при необходимости считать сверхточные УП нужно обратить внимание и на соответствующую производительность компьютера.

2. Это замечание в определенном смысле переключается с тем, что сказал по поводу траекторий

инструмента Рамунас Казлаускас. Вопрос сам по себе отражает стык субъективного опыта и объективных возможностей ПО. Как я уже говорил, опытный пользователь-программист УП всегда хочет довести свои идеи по созданию траекторий обработок до совершенства, а используемые средства САМ как правило накладывают некоторые ограничения. Иногда кажется, что количество стратегий обработки недостаточно, не хватает управляемости и т.п. Время от времени к нам за консультациями обращаются пользователи, которые просят разъяснить, почему в той или иной конкретной ситуации траектория обработки не соответствует их представлениям о правильности (чаще это касается каких-то отдельных участков, гораздо реже – всей траектории в целом). Это абсолютно нормальные ситуации, позволяющие получить от пользователей информацию и пожелания, на основе которых затем и формируется набор нововведений в следующих версиях ПО.

Конечно же, программисты *CNC Software* тоже не застрахованы от ошибок – в таких случаях на сайте разработчика ([www.mastercam.com](http://www.mastercam.com)) выставляются обновления. Однако наш многолетний опыт работы с пользователями показывает, что лишь несколько процентов от всех претензий к качеству траекторий оказались прямым или косвенным результатом недоработок в алгоритме расчетов.

3. Встроенный симулятор для проверки траекторий имеет два основных режима: стандартный и “Турбо”. Турбо-режим позволяет увидеть обработанную деталь действительно быстро. Этот режим в основном предназначен для таких траекторий обработки, когда ось инструмента параллельна с Z-осью, а сам инструмент цилиндрический.

Я согласен, что чудес не бывает, и скорость турбо-расчета увеличена за счет исключения из алгоритма возможностей контроля других форм и ориентаций инструмента. Это отличный режим для сверхбыстрой проверки задач, характерных для основного парка фрезерных станков, на которых выполняется до 80% всей обработки. Ну а тем предприятиям, где практикуется более изощренная обработка с применением поворота осей или многоосевая обработка, придется пользоваться стандартным режимом симуляции. Хотя он и работает медленнее, предусмотрена возможность быстрой прокрутки операций с показом только результата обработки (без отображения движений инструмента) – что, в принципе, соответствует логике работы турбо-режима. Разработчики *Mastercam* продолжают работать над повышением производительности симуляции. Тесты V9 для серьезных траекторий обработки (файлы объемом не менее 10Mb) показали, что в этом случае скорость симуляции всего в два-три раза ниже, чем в турбо-режиме (зависит от производительности видеокарты). Как показало тестирование V9.1 beta 3, стандартный режим симуляции стал работать быстрее еще на 10÷15%. ☒