

Данной публикацией московская компания ЦОЛЛА, авторизованный дистрибьютор САМ-системы Mastercam в России и СНГ, продолжает серию статей, написанных пользователями этого программного продукта или непосредственно отражающих их мнение. В лаконичной форме эти материалы знакомят читателей с различными аспектами применения Mastercam при решении задач подготовки УП для станков с ЧПУ на предприятиях разного профиля. Предыдущую статью цикла (“Mastercam на “Красном Октябре”, Observer #6/2010) можно найти по адресу [http://www.mastercam-russia.ru/cam\\_doc\\_141.html](http://www.mastercam-russia.ru/cam_doc_141.html).

Компании, заинтересованные в публикации подобных материалов, раскрывающих их достижения и потребности, могут присылать заявки по адресу [vhlopov@mastercam-russia.ru](mailto:vhlopov@mastercam-russia.ru).

## Mastercam на “Арсенале”

Интервью О.В. Беякова, ведущего специалиста по станкам с ЧПУ, ОАО Машиностроительный завод “Арсенал”

Вячеслав Хлопов, Сергей Шрейбер (ООО ЦОЛЛА, Москва)

[www.mastercam-russia.ru](http://www.mastercam-russia.ru)

– Олег Васильевич, как давно на “Арсенале” применяются станки с ЧПУ? Какому подразделению поручена разработка управляющих программ?

– На “Арсенале” станки с ЧПУ применяются с конца 60-х годов прошлого века. Я помню станки, которые работали по программам, нанесенным на перфокарты или записанным на магнитные ленты. Для современных станков с ЧПУ, в зависимости от типа станка, УП разрабатывают цеховые технологи-программисты или непосредственно наладчики станков. Общим математическим и программным обеспечением занимается специальное подразделение.

– Сколько УП для станков с ЧПУ в среднем разрабатывают на “Арсенале” за месяц?

– На “Арсенале” разрабатывается примерно 10÷15 УП в месяц на станок. С учетом количества станков на предприятии, набирается внушительный объем работы, требующий планирования, диспетчирования и контроля качества. Ну а исполнители нуждаются в соответствующем оснащении, в том числе, в современных компьютерах и САМ-системах, в создании условий для производительного труда и в другой поддержке руководства предприятия. Приобретение первой партии Mastercam является подтверждением того, что руководство прислушивается к нашему мнению.

– Как развивалась история автоматизации процесса разработки УП на предприятии? Какие САМ-системы приобретались и применялись для этого?

– За полвека на предприятии сменилось множество средств подготовки УП: от САП-2 до GeMMA-3D и самых современных систем западных разработчиков, таких как Cimatron, EdgeCAM, CAMWorks, Mastercam и др.

САП-2, первая наша система, была разработана в НИИТМ (московский НИИ технологии машиностроения) в конце 60-х – начале 70-х годов. Исходная программа писалась на специальном бланке, затем переносилась с помощью телеграфного аппарата на перфоленку и вводилась в ЭВМ “Минск-22”. В результате расчета выводилась перфоленка с УП, которая с помощью специальных устройств записывалась на магнитную ленту.



**Беяков Олег Васильевич** – ведущий специалист ОАО “Машиностроительный завод “Арсенал”. Окончил Ленинградский механический институт, с 1974 года специализируется в области технологии обработки на станках с ЧПУ.

Устройство ЧПУ считывало информацию с магнитной ленты и управляло работой станка. Впоследствии появились станки, считывающие программу непосредственно с перфоленки.

Последующая система – САП-4 представляла собой развитие САП-2, она тоже достаточно долго эксплуатировалась на предприятии. Это были 2½-координатные системы. Разработанная в НИИТМ 3-координатная система САП-3 применялась очень ограниченно – из-за сложности и малых функциональных возможностей.

Наиболее долго эксплуатировались системы, разработанные группой пермских программистов: САП-32 для ЭВМ “Минск-32”, а также САП-ЕС, САП-СМ, САП-ПК – для ЭВМ соответствующих типов и ПК. Эти системы тоже были дальнейшим развитием САП-4, но с большими возможностями. В доработке некоторых из них принимали участие и специалисты нашего предприятия. Начиная с САП-32, появилась возможность самостоятельной разработки постпроцессоров и применения при программировании математических функций, логических операторов и макропрограмм. Это позволяло нашим технологам-программистам создавать УП для обработки сложных деталей на многокоординатных станках,

а также УП для обработки штампов и пресс-форм. Конечно, они были высококлассными специалистами.

С появлением САПР УП с графическими возможностями, так называемых САМ-систем, программирование станков намного упростилось. Первой из таких систем у нас стала *GeMMA-3D*, сейчас же мы эксплуатируем *Mastercam*.

Вообще говоря, мы стараемся быть в курсе событий – какие САМ-системы есть на рынке, в каких отраслях каким системам отдают предпочтения, какие из них пользуются повышенным спросом и почему, какие характеристики пользователи дают их поставщикам.

*– Какое впечатление осталось у Вас от применявшихся САМ-систем и их поставщиков? Какое место среди них отведено Mastercam?*

– У всех систем имеются свои достоинства, но для условий нашего производства наиболее подходящими нам показались три: *EdgeCAM*, *CAMWorks* и *Mastercam*. В процессе ознакомления и выбора подходящей системы и поставщика мы использовали тестовые версии, для некоторых систем – лицензионные.

САМ-система *Cimatron* хороша для обработки объемных деталей и загочена под инструментальное производство, но для условий нашего предприятия она

### О предприятии

Санкт-Петербургский завод “Арсенал” – одно из самых старейших предприятий России, основанное в 1711 году указом Петра Великого как пушечные литейные мастерские. За последние годы XX века был пройден сложный путь от государственного предприятия до акционерного общества.

В настоящее время ОАО Машиностроительный завод “Арсенал” – современное промышленное предприятие страны с богатейшими традициями изготовления новейших образцов техники и продукции машиностроения.

#### Основные направления деятельности:

- производство космической техники;
- производство артиллерийских и пусковых установок для ВМФ;
- машиностроительная продукция – компрессорная техника, оборудование для водоочистных сооружений, экструзионное оборудование, криогенная техника.



не очень подходит. В *EdgeCAM* есть удобная и простая подсистема создания постпроцессоров для любых типов станков, хорошо разработаны такие виды обработки, как плоское и объемное фрезерование. Особенно понравилась токарно-фрезерная обработка. К сожалению, не удалось познакомиться с возможностями 5-координатной фрезерной обработки. Но от *EdgeCAM* пришлось отказаться из-за инфантильности продавцов этой системы и отсутствия поддержки.

В *CAMWorks* реализована возможность автоматического получения обработки непосредственно по твердотельной модели. Пока это работает неидеально, но есть возможность корректировки и добавления операций. А вот создание постпроцессоров в *CAMWorks* требует от программиста очень высокой квалификации, и даже в этом случае желаемый результат достигается не всегда. Думаю, разработчикам надо менять весь механизм создания постпроцессоров. *CAMWorks* мы практически уже купили и использовали некоторое время, но договор пришлось расторгнуть из-за срывов поставщиком сроков разработки постпроцессоров и адаптации к условиям нашего предприятия библиотек материалов и инструмента.

В *Mastercam* оптимально сочетаются функциональные достоинства всех этих систем, хотя этот пакет тоже не без недостатков. Поставщики *Mastercam* в отношении внедрения и поддержки системы оказались наиболее оперативными из всех, они были внимательными к нашим требованиям. Поэтому *Mastercam* занимает достойное место на предприятии, и наше сотрудничество с компаниями *COLLA* и *ЦОЛЛА* продолжает развиваться.

*– На что в первую очередь следует обращать внимание при выборе и покупке САМ-системы?*

– Наш собственный опыт свидетельствует, что при покупке САМ-системы обращать внимание надо на несколько факторов. В первую очередь – на способность системы удовлетворить требования производства, затем – на удобство и простоту эксплуатации, на возможность быстрого обучения пользователей и наличие качественной технической поддержки, на получение качественной УП без дополнительной корректировки с помощью различных редакторов типа *Cimco* или на станке. Кроме того, важны возможности визуального контроля процесса обработки, сравнения обработанной заготовки с моделью детали, выявления столкновений инструмента с заготовкой.

Конечно же, редкий покупатель не принимает в расчет доступность системы – цену основных лицензий, начальную стоимость системы с учетом расходов на её ввод в эксплуатацию, а также на так называемую стоимость владения. Уровень квалификации и компетенцию поставщика тоже следует учитывать.

*– Как уживается на предприятии Mastercam с другими САМ-системами? Они конкурируют или у каждой системы есть своя область применения?*

– На нашем предприятии все технолого-программисты должны использовать одну САМ-систему, за исключением систем, прилагаемых производителями к оборудованию. Таким образом, *Mastercam* – наш сознательный выбор и наш стандарт.

– Давайте попробуем разобраться в ситуации чуть глубже. Расскажите, что стало причиной появления *Mastercam* на “Арсенале”?

– В связи с возросшими требованиями к оперативности и качеству разработки УП для нашего парка станков с ЧПУ появилась необходимость в соответствующей САМ-системе, которая позволила бы ускорить разработку УП и обеспечить возможность их проверки на компьютере без применения пробных заготовок и непроизводительного использования станочного времени. Этим требованиям, с учетом уже упомянутых мною факторов выбора, полностью удовлетворял *Mastercam*.

– Как вы тестировали САМ-системы в ходе выбора? Что для вас было критически важным в процессе тестирования?

– В качестве тестовых задач мы использовали конкретные производственные детали. Критически важными условиями для нас являются совместимость системы с *SolidWorks*, возможность получения качественной УП, которая не требует дополнительной корректировки программистом или оператором, возможность контроля УП вне станка. Также очень важна оперативная техническая поддержка поставщика или разработчика САМ-системы.

– Для обеспечения производства каких классов деталей, в первую очередь, был приобретен *Mastercam*?

– Номенклатура деталей, требующих механической обработки, на нашем предприятии велика: это детали,

для изготовления которых требуются токарные и токарно-фрезерные операции; это корпусные детали, обрабатываемые на фрезерных станках; это детали штампов и пресс-форм; это детали, обрабатываемые на уникальных многокоординатных станках.

*Mastercam* подходит для производства почти всех классов деталей на предприятии, что мы, несомненно, учитывали в процессе выбора. Причем, подходит с практически одинаковой эффективностью, что исключает ситуацию образования на предприятии “зоопарка” САМ-систем, как это случается, когда для отдельных классов деталей приобретается отдельная САМ-система. А потом выясняется, что дело приходится иметь с разными поставщиками, с разными сроками выхода новых версий, с отличающимися правилами обновления, с плохой совместимостью данных, с отсутствием взаимозаменяемости технологов-программистов...

– С какого количества лицензий *Mastercam* вы начинали и каким количеством располагаете сегодня?

– С учетом специфики предприятия, я могу сказать лишь то, что с системой *Mastercam* мы работаем сравнительно недавно. У нас есть лицензии на модули *Mastercam* для токарной, фрезерной и многоосевой обработки на станках с ЧПУ. Согласно нашему плану, количество лицензий должно соответствовать нашим реальным потребностям – следовательно, оно будет неуклонно расти.

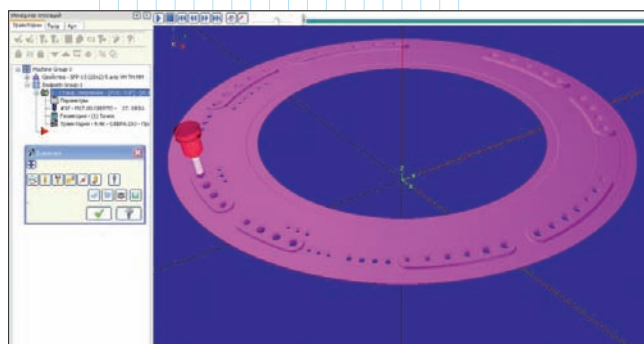
– Применяете ли вы *Mastercam* только в основном производстве или в инструментальном тоже?

– *Mastercam* одинаково хорошо справляется с задачами и основного, и инструментального производств, поэтому применяется в обоих производствах.

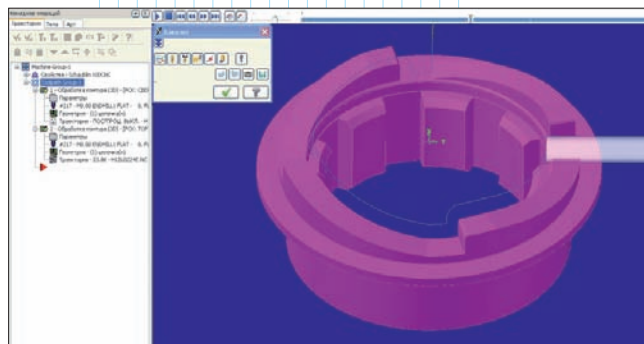
– Кто разрабатывал и поставлял вам необходимые постпроцессоры, в том числе для 4- и 5-осевых станков с ЧПУ?

– Система *Mastercam* позволяет самостоятельно разрабатывать постпроцессоры для станков с ЧПУ. Поэтому для простых 3-координатных фрезерных станков, обрабатывающих центров с ЧПУ типа *Bosh*, *Fanuc*, 2С42 постпроцессоры разрабатывали наши специалисты методом редактирования имеющихся в комплекте *Mastercam* аналогов. Кстати, собственные файлы постпроцессоров получаются гораздо меньше и проще, так как разработчики *Mastercam* пытаются делать универсальные постпроцессоры, подходящие для разных типов ЧПУ, что, конечно же, их усложняет. Особенную проблему во всех САМ-системах представляет разработка постпроцессора для двухшпиндельного токарно-фрезерного станка фирмы *Millturn* с двумя обрабатывающими головками, но и с этой задачей специалисты *Mastercam* успешно справились.

Мне представляется, что сложные постпроцессоры, видимо, всё же следует покупать готовыми, экономя время и деньги предприятия. Заказы на разработку трех постпроцессоров для сложных, многокоординатных станков мы размещали у бывшего субдилера *Mastercam* в Санкт-Петербурге – компании “НИП-Информатика”, а собственно разработку вела компания *COLLA*.



Симуляция в среде *Mastercam* 5-осевого сверления отверстий в крупногабаритном изделии на многокоординатном фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ



Так выглядит в *Mastercam* обработка 3D-контура изделия на горизонтальном 4-осевом фрезерном центре с симуляцией осевого вращения

С этого года по всем вопросам, так или иначе связанным с *Mastercam*, мы оперативно сотрудничаем с обоими офисами *Mastercam* – компаниями *COLLA* и *ЦОЛЛА* – напрямую, чему мы рады.

– *Опираетесь ли вы в своей работе на платную поддержку Mastercam? Нуждаетесь ли вы в ней, и если да – в чём конкретно?*

– У нас в договоре предусмотрена поддержка *Mastercam*. Она необходима для получения консультаций по конкретным техническим вопросам, для внесения необходимых изменений в ранее разработанные постпроцессоры и внесения изменений в саму *CAM*-систему, если это потребуется, а также для получения обновлений *Mastercam*. В процессе эксплуатации нередко возникают вопросы и по системе, и по постпроцессорам. Это нормальный рабочий процесс. Благодаря поддержке, мы оперативно получаем необходимую помощь и консультации. Наличие оплаченной поддержки при работе с любым сложным программным обеспечением – тем более таким, от которого зависит выпуск изделий – является обязательным условием современного производства. Уверен, что не только я так думаю.

– *К кому вы обращаетесь за консультациями по применению Mastercam при возникновении такой необходимости?*

– По организационным, правовым, финансовым условиям и по вопросам собственно поставок мы обращаемся в московский офис *Mastercam* – это ООО *ЦОЛЛА* на Ярославской. По техническим вопросам эксплуатации и по разработке постпроцессоров мы, по старинке, продолжаем контактировать с рижским офисом.

– *Намерены ли вы продлевать договор на платную поддержку и получение обновлений Mastercam?*

– Да, по окончании срока действующего договора на поддержку мы намерены его продлить. В ближайшее время в рамках нашего договора поддержки мы получим новый релиз – *Mastercam X5*. Для его освоения в полном объеме нам потребуются консультации и другая помощь поставщика. Откровенно говоря, плечо партнера – великая вещь в любом деле, тем более, в освоении сложного программного обеспечения.

– *У вас приобретены локальные или сетевые лицензии? Сколько технологов-программистов на “Арсенале” могут одновременно работать с Mastercam?*

– У нас приобретены сетевые лицензии *Mastercam* для токарной, фрезерной и многоосевой обработки. На предприятии имеется сетевой сервер для хранения и использования в *Mastercam*’е файлов станков и библиотек материалов и инструмента. Это позволяет всем технологам применять одинаковые технологические параметры и вносить свои дополнения. Пакет *Mastercam* проинсталлирован на всех машинах, где в нём есть нужда.

Сетевые лицензии позволяют работать нескольким технологом-программистам одновременно – то есть, технологи могут меняться, но в каждый момент времени их не должно быть больше числа купленных лицензий. На предприятии есть несколько цехов, эксплуатирующих

станки с ЧПУ, поэтому им приходится согласовывать время использования *Mastercam*. В дальнейшем планируется приобретение дополнительных лицензий.

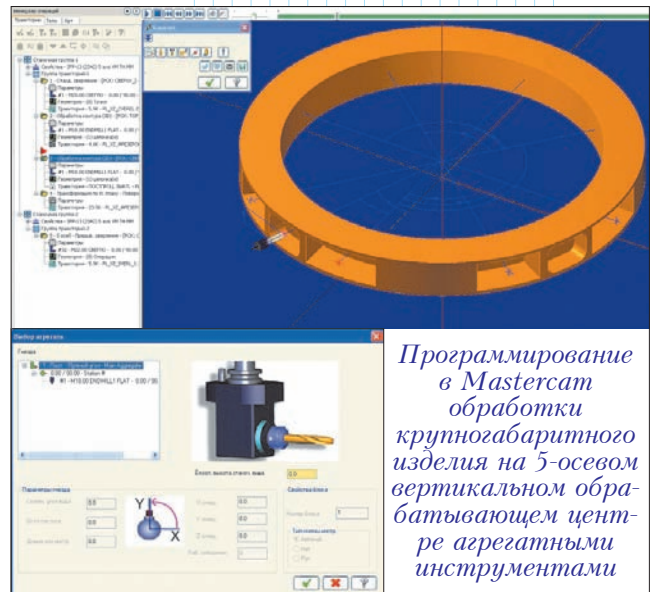
– *Что Вам нравится в системе Mastercam и почему?*

– В *Mastercam*’е есть возможность программировать обработку деталей по их 3D-моделям или электронным чертежам, разработанным в различных *CAD*-системах, или же созданным с помощью собственных *CAD*-средств *Mastercam*. Кроме того, предусмотрено много технологических вариантов или стратегий обработки деталей, которые не приходилось видеть в других системах – в том числе, стратегий для многокоординатных и токарно-фрезерных станков. Можно просто сравнить количество стратегий – скажем, для фрезерования – в *Mastercam* и любой другой *CAM*-системе. Мне нравится, что есть широкий выбор вариантов обработки и можно выбрать наиболее подходящую для каждого конкретного случая. Также мне нравится возможность самостоятельно создавать новые постпроцессоры, что обеспечивает экономию средств и некоторую независимость от поставщика. Нравится *FBM*-сверление, позволяющее автоматически распознавать отверстия и создавать траектории их обработки. Но больше всего мне нравится, что в среде *Mastercam* я полностью контролирую весь процесс разработки УП.

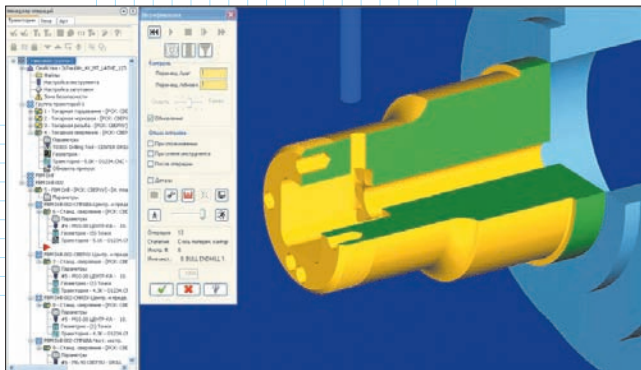
– *А что, по-Вашему, требует улучшения, доработки и развития?*

– В первую очередь необходимо разработать модуль для автоматического распознавания изменений в твердотельной модели детали (с учетом того, что модели создаются в самых разных *CAD*-системах), и соответствующего автоматического изменения траекторий. Дальнейшего развития и совершенствования требуют модули *FBM*.

Система *Mastercam*, как и любая другая, не может предусмотреть все возможности станка, предоставляемые производителем – например, использование измерительной головки для замера размеров и автоматическое внесение корректировок в параметры ЧПУ. Поэтому



Программирование в *Mastercam* обработки крупногабаритного изделия на 5-осевом обрабатывающем центре агрегатными инструментами



*Верификация средствами Mastercam обработки изделия на 4-осевом токарно-фрезерном обрабатывающем центре*

необходимо иметь возможность создания пользовательских операций со своими параметрами. Желательно, чтобы их можно было встраивать в интерфейс Mastercam – как технологические команды или как траектории.

Необходима более активная работа по адаптации Mastercam для России. Недостаточно переводить на русский язык лишь пользовательскую документацию, интерфейс системы и комментарии к обновлениям. Требуется и перевод Справки, инструкций по самостоятельному созданию постпроцессоров, нужны учебные пособия на русском языке.

*– Каковы перспективы у Mastercam на “Арсенале” – будет ли расширяться сфера и область его применения, будет ли Mastercam активнее внедряться на дочерних предприятиях и филиалах?*

– По моему мнению, перспективы у Mastercam на “Арсенале” есть, но этот вопрос, как вы понимаете, в большей степени относится к сфере ответственности моего руководства. Для удовлетворения потребностей моих коллег планируется приобретение дополнительных лицензий Mastercam. Модернизация предприятия предполагает закупки нового технологического оборудования, в том числе станков с ЧПУ. Понятно, что количество станков и их загрузка, численность технологов-программистов и их оснащённость лицензиями Mastercam должны быть сбалансированы. Отсюда вытекают задачи не только приобретения дополнительных лицензий, но и разработки новых постпроцессоров, обучения и повышения квалификации и т.д.

*– Довольны ли Вы тем, что стали пользователем Mastercam? Доведено ли это Ваше мнение до сведения руководства “Арсенала”?*

– Нашим пользователям, в том числе и мне, нравится Mastercam, хотя старым технологом-программистам приходится перестраиваться. Руководству предприятия это известно. Оно настроено на модернизацию производства и всячески поддерживает внедрение современных систем разработки и контроля управляющих программ для станков с ЧПУ.

*– Ждете ли выход новой версии Mastercam X5?*

– Мы и версию X4 ждали, и довольны, что перешли на неё. Выход новых версий с новым функционалом

необходим, тем более – с учетом изложенных выше пожеланий.

*– Сколько времени в среднем занимает разработка одной УП для имеющихся групп оборудования?*

– В зависимости от сложности детали, разработка одной УП занимает от нескольких часов до нескольких дней.

*– Повлиял ли на среднее время разработки УП переход с X3 на X4?*

– С появлением на предприятии версии X4 время разработки УП несколько сократилось, так как система Mastercam стала работать более производительнее и устойчиво, появились новые технологические возможности.

*– Сколько специалистов осилило программирование обработки на полноценных 5-осевых станках с ЧПУ?*

– Программированием обработки на полноценных 5-осевых станках с ЧПУ занимаются два технолога-программиста. Больше пока не нужно. Освоение оказалось не таким уж и сложным делом, главное в этой обработке – правильный постпроцессор.

*– Есть ли потребность в том, чтобы лучшие инструкторы компании ЦОЛЛА повысили квалификацию ваших сотрудников в применении Mastercam?*

– Да, такая потребность есть, ведь опыт эксплуатации Mastercam у наших технологов-программистов пока ещё недостаточный. Хорошо бы провести занятия с опытными инструкторами, которые могли бы научить приемам ускорения подготовки УП, могли бы помочь освоить новые инновационные подходы и эффективные стратегии обработки, показать какие-то скрытые возможности системы. Не помешали бы и курсы по разработке постпроцессоров.

*– Из каких CAD-систем ваши технологи получают 3D-модели и файлы чертежей? Какие трансляторы Mastercam, имеющиеся в комплекте, наиболее популярны на предприятии?*

– На нашем предприятии принята в качестве базовой CAD-система SolidWorks. Модели и эскизы из SolidWorks технологи-программисты передают непосредственно в Mastercam для разработки комплектов УП. Конструкторские возможности самого пакета Mastercam используются тоже, но в редких случаях.

*– Насколько активно вы используете в своей работе новый сайт [www.mastercam-russia.ru](http://www.mastercam-russia.ru), который многие считают весьма полезным?*

– Этот сайт мы пока активно не использовали, но, наверное, вы правы.

*– Известно ли Вам и Вашим коллегам, что на этом сайте организован форум пользователей Mastercam, который можно эффективно использовать и в целях оперативной технической поддержки?*

– Оперативную техническую поддержку по договору нам обеспечивает компания ЦОЛЛА. Но за информацию спасибо. ☺