

Материал, который подготовил *Jim Evans* из *CNC Software*, представляет *Mark Albert*, главный редактор сетевого журнала по металлообработке “*Modern Machine Shop*” ([MMSOnline.com](http://MMSOnline.com)), выпускаемого компанией *Gardner Publications*. В статье рассматриваются особенности различных типов постпроцессоров и различных групп их пользователей. Акцентируется роль и значимость постпроцессоров, которые отнюдь не являются простым бесплатным приложением к *CAM*-системе, как многие привыкли думать.

Оригинал статьи можно найти по следующему адресу: [www.mmsonline.com/articles/notes-on-posts](http://www.mmsonline.com/articles/notes-on-posts).

## Некоторые соображения относительно постпроцессоров

*Jim Evans (CNC Software, Inc.)*

©2010 Gardner Publications, Inc.

*Jim Evans* – специалист по разработке программного обеспечения, сотрудник компании *CNC Software* (гор. *Tolland*, штат Коннектикут, США), которая является разработчиком системы *Mastercam*.

### Предисловие редакции “*Modern Machine Shop*”

Постпроцессоры стали неотъемлемой частью нашей жизни с того момента, когда начали применяться станки с ЧПУ. В настоящее время большинство пользователей *CAM*-систем при подготовке управляющих программ (УП) в необходимом формате полагаются на постпроцессоры, поставляемые разработчиками их *CAM*-систем. Однако роль постпроцессоров иногда недооценивается или понимается неправильно.

Предлагаемая вниманию читателей статья написана простым и понятным языком и легка для восприятия. Несмотря на то, что её автором является член команды разработчиков *CAM*-системы *Mastercam*, который выражает точку зрения своей компании, в статье можно найти не только базовую информацию о постпроцессорах и их функциональных возможностях, но и узнать о существенных отличиях постпроцессоров разных типов.

Развитые *CAM*-системы позволяют импортировать любые *CAD*-модели, что, в свою очередь, дает возможность подготовить в виртуальной среде траектории обработки для многих типов станков с ЧПУ. Визуальное оформление *CAD*- и *CAM*-систем захватывает пользователя как аркадные игры (*arcade games* – класс компьютерных игр, сценарий которых требует от управляемого игроком персонажа активных действий по прохождению многочисленных уровней. – *Прим. ред.*). Неудивительно, что об этих системах написано так много.

В тени *CAD*- и *CAM*-систем находится не столь эффектная, но крайне важная часть ПО. Речь идет о функциональных средствах для преобразования сгенерированных *CAM*-системой траекторий обработки в управляющие коды конкретного станка с ЧПУ. Эти средства называются *постпроцессоры*, или, для краткости, *посты*. Несмотря на то, что постпроцессоры не столь впечатляют, как *CAD*- или *CAM*-системы, они важнее, чем кажется на первый взгляд. Понимание особенностей постпроцессоров поможет вашему предприятию расширить свои возможности и добиться большей производительности.

### Что есть постпроцессор?

Итак, вы собираетесь изготовить деталь на обычном фрезерном или токарном станке с ЧПУ, или же с помощью многоосевого обрабатывающего центра. Первым делом вы, на основе *3D*-модели детали, создаете средствами своей *CAM*-системы необходимые траектории инструмента и определяете последовательность операций обработки; затем вы постпроцессируете их (“*post it*”). Это означает, что в работу вступают функциональные средства, которые по предписанным правилам преобразуют абстрактные траектории инструмента (в совокупности с другими назначенными параметрами обработки) непосредственно в коды управляющей программы для конкретного станка с ЧПУ.

Кроме того, хороший постпроцессор обладает возможностями корректировать (*flavoring*) информацию таким образом, чтобы она лучше соответствовала технологическому процессу (*workflow*) и процедурам обработки данных, принятым в вашем цехе. При программировании постпроцессора можно предусмотреть также и вывод дополнительной информации – такой, как аварийные сигналы или сигналы для оборудования, выполняющего вторичные операции. Но и это еще не всё. Можно написать такие постпроцессоры, которые смогут продемонстрировать функциональные возможности, недоступные в вашей *CAM*-системе (в качестве реального примера можно привести одновременную обработку двумя инструментами. – *Прим. ред.*).

### Сравнение открытых и закрытых постпроцессоров

Вендоры *CAM*-систем поставляют как открытые, так и закрытые постпроцессоры. Закрытые постпроцессоры не разрешается кастомизировать никому, кроме авторизованных компаний (то есть, вендоров постпроцессоров). Архитектура открытых постпроцессоров является, соответственно, открытой, что дает возможность любому – вендору, реселлеру или клиенту – вносить модификации с целью настройки режимов работы постпроцессора.

Преимущество подхода, основанного на поставке закрытых постпроцессоров, состоит в простоте и надежности. Пользователи получают то, за что они заплатили, и *CAM*-система обеспечивает все их потребности в

отношении постпроцессирования. В противном случае вендор осуществляет платную кастомизацию.

Открытость архитектуры дает пользователям больше вариантов настройки постпроцессора. В настоящее время образовалось сообщество специалистов, обладающих умением кастомизировать постпроцессоры, и члены этого сообщества обмениваются знаниями друг с другом. В открытых постпроцессорах обеспечивается свой собственный уровень безопасности. Поскольку даже глубокая их модификация может проводиться за пределами ядра САМ-системы, снижается вероятность того, что код принадлежащей пользователю САМ-системы будет искажен в результате поспешной кастомизации.

Доступность опыта кастомизации означает, что и реселлеры, и сами пользователи могут быть более тесно вовлечены в процесс модификации постпроцессоров. Таким образом, пользователь может опереться на достигнутое ранее. Кроме того, пользователи, обладающие собственным опытом кастомизации постпроцессоров, могут продолжать их модификацию по мере необходимости, год от года увеличивая вклад этого направления работы в качество выпускаемых изделий и производительность своей компании.

Поскольку моя профессиональная деятельность разработчика софта непосредственно связана с созданием открытых постпроцессоров, то мои наблюдения, главным образом, относятся именно к этому направлению.

## Разнообразие пользователей постпроцессоров

К первой группе пользователей новых постпроцессоров относятся производители оборудования с ЧПУ. Ведущие разработчики САМ-систем тесно сотрудничают с производителями станков и поставщиками систем ЧПУ (*controller*) в ходе создания новых моделей оборудования, чтобы подготовить типовой (“*generic*”) вариант постпроцессора, способного удовлетворить базовые требования. У разработчиков системы *Mastercam* почти со 100 вендорами станков установлены особые отношения в аспекте разработки и тестирования постпроцессоров для их нового оборудования.

Как правило, типовой постпроцессор всегда готов к использованию и не требует настройки. Его функциональности достаточно, чтобы пользователь, который только начал осваивать новое оборудование, мог сразу приступить к работе. В нём не должны предусматриваться возможности адаптации под потребности продвинутых клиентов. Для этого существуют открытые постпроцессоры.

Можно выделить три категории пользователей:

- 1 Обычные пользователи – их полностью устраивают типовые постпроцессоры;
- 2 Продвинутые пользователи – им требуются настройки, стоимость осуществления которых, независимо от объема выполняемых работ, всегда

будет значительно ниже, чем стоимость разработки нового постпроцессора;

3 Высококвалифицированные пользователи – те, кто умеют программировать, знают специфику станка и обучены умению “влезть” в постпроцессор, чтобы запрограммировать требуемое. Например, чтобы внести минимальные изменения в размеры детали, УП для обработки которой уже подготовлена, большинство операторов ЧПУ просто меняют коды *G* и *M* прямо на стойке ЧПУ. Но когда таких изменений много, то эффективнее будет модифицировать постпроцессор так, чтобы он автоматически генерировал УП, запрашивающую ввод переменных размеров детали. Компании, которые производят много похожих изделий, обладающих незначительными отличиями, найдут этот способ очень эффективным.

## Дополнительная функциональность

Тот, кто освоил модификацию постпроцессоров, может лучше использовать возможности своего оборудования, даже если САМ-система не обеспечивает все необходимые функции. Приведем два примера: один – из повседневной практики пользователей, а другой – как иллюстрацию старта очень успешного бизнеса.

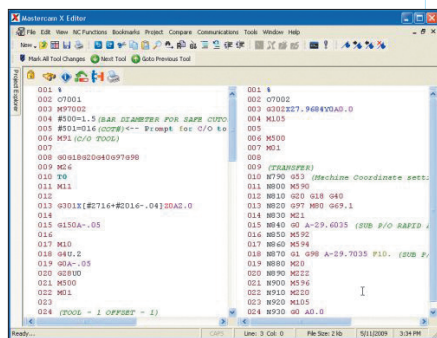
### ✓ Встроенные циклы обработки карманов

Многие САМ-системы поддерживают встроенные (защиты в системе ЧПУ) циклы сверления, но лишь немногие могут предложить то же самое в отношении встроенных циклов фрезерования карманов. Но это не является проблемой, если вы располагаете открытым постпроцессором. Просто воспользуйтесь имеющейся функцией циклов для сверления как транспортным средством, чтобы послать информацию в постпроцессор, а затем настройте в нём параметры так, чтобы вместо сверления выполнялось фрезерование карманов (однако при симуляции обработки САМ-система в этом случае добросовестно продемонстрирует сверление. – *Прим. ред.*)

### ✓ Программирование промышленных роботов

Система *Mastercam* напрямую не поддерживает программирование роботов с целью использовать их для обработки деталей, однако в САД-файле достаточно данных, чтобы привести манипулятор в движение. Разработчики приложения *Robotmaster* (компания *Jabez Technologies Inc.*) оценили такую возможность и воспользовались постпроцессором системы *Mastercam*, чтобы создать специализированный модуль, позволяющий программировать широкий спектр моделей 6-осевых роботов. Траектории обработки программируются и представляются графически в рамках САМ-пакета. Далее *Robotmaster* использует функцию задания параметров оборудования, имеющуюся в САМ-системе, чтобы затем сгенерировать УП для конкретной модели промышленного робота.

Эти примеры иллюстрируют, что если необходимые для программирования обработки данные есть в САД-файле, то, имея хорошую



*Специализированный редактор постпроцессоров выделяет цветом обозначения осей и управляющие команды (G и M коды) станка с ЧПУ, что делает программу более легкой для восприятия. Несколько последовательностей кодов могут отображаться параллельно*

САМ-систему и открытый постпроцессор, можно заставить оборудование с ЧПУ делать всё, на что оно способно.

## Получение необходимой помощи

Большинство пользователей без проблем управляет с постпроцессором, быстро набирая опыт после небольшого обучения, которое осуществляется при стандартной инсталляции САМ-системы. Обычному пользователю достаточно узнать, как отправить УП на станок ЧПУ или как изменять некоторые данные в теле постпроцессора, чтобы получать вариации УП.

Того, кто хочет узнать больше, ждет громадный объем информации в интернете. Даже в полночь, когда будить реселлера будет жестоко трудно, а проблема жжет и не терпит отлагательства, можно задать вопрос на интернет-форуме типа [emastercam.com](http://emastercam.com). Ответ от “некто из откуда-то” не заставит себя ждать...

Кроме того, существует углубленный тренировочный курс. Если вы умеете писать скрипты, то можете использовать свои знания, чтоб стать для своей компании незаменимым сотрудником. Вас обязательно оценят, так как вы способны раздвинуть рамки возможностей производственного участка.

## Постпроцессоры, обеспечивающие успех

Иногда доступность качественного постпроцессора для конкретного станка является критическим параметром при выборе САМ-системы для производственного участка. Расскажу несколько историй из реальной жизни.

Компания **Concept Components** (Bohemia, штат Нью-Йорк, США) является приверженцем экономичного производства. Разработкой и запуском программ на 25-ти станках Mazak этой компании занимаются только три человека, в числе которых и её президент **Jim McGuigan**. Чтобы обеспечить более качественную обработку сложных деталей для аэрокосмической промышленности и для микроволновых устройств, компания повысила возможности своего автоматизированного производства, используя для этого систему **Mastercam X4 Mill**. Совместно со своим реселлером (**Cimquest**) они создали постпроцессор, который выводит рассчитанные в САМ-системе траектории инструмента в программном коде **Mazatrol**. Теперь они могут вносить правки в УП прямо со стойки управления на привычном языке программирования.

Компания **Albright Technologies** (Leominster, штат Массачусетс, США) является изготовителем прототипов медицинских микродеталей и пресс-форм для литья деталей микроскопического размера. Чтобы увеличить производительность (как в аспекте программирования обработки, так и в аспекте работы своих 3-осевых фрезерных станков **Topper** и фрезерного станка **Mori Seiki Cyclone**), компания **Albright** сделала упор на развитие САМ-средства. Для этого компания **Services Four Automation**, реселлеру **Mastercam**, потребовалось поставить им два разных постпроцессора. Теперь детали оснастки могут быть изготовлены на любом из упомянутых станков, а система

**Mastercam** выбирает необходимый постпроцессор в соответствии с определенными в ней параметрами оборудования. При смещении приоритетов в производственном графике технолог-программист может в любой момент изменить параметры в САМ-системе, чтобы формировать УП на другое оборудование – модифицировать уже рассчитанные траектории инструмента при этом не требуется. Это позволяет компании **Albright** спокойно формировать производственную программу, не заботясь о том, на каком именно станке с ЧПУ будут изготовлены детали.

Лаборатория **Jet Propulsion Lab** (Pasadena, штат Калифорния, США) Калифорнийского института технологии имела постпроцессоры, которые работали с 30-ю разнообразными станками с ЧПУ. Исключение составлял многомиллионный высокоточный 8-осевой расточный станок. Подготовка УП для него была сопряжена с трудностями, поэтому этот огромный станок использовался редко и получил ироническое прозвище “*the big drill press*” (“большой перфоратор”). Представители лаборатории изложили проблему разработчикам из **CNC Software**, и местный реселлер системы **Mastercam** немедленно принял вызов. Меньше чем за год был разработан и протестирован новый постпроцессор, и огромная мультиосевая машина превратилась в чрезвычайно ценный инструмент для механической обработки.

В рассказанных историях нет ничего необычного. Каждый год таких историй набирается тысячи. Достижение успеха оказывается возможным в результате отзывчивости поставщика САМ-системы и его реселлеров. Они помогают использовать возможности САМ-системы при работе с уникальным оборудованием с учетом сложившихся у конечного пользователя предпочтений.

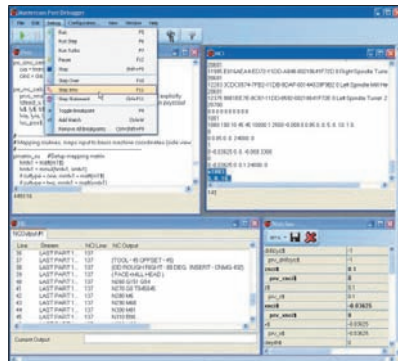
## Что следует искать в постпроцессоре

Постпроцессоры являются важной составной частью САМ-систем. Поэтому крайне важно оценить постпроцессор столь же тщательно, как вы оцениваете любую другую функцию САМ-системы.

Итак, вам необходимо прояснить для себя следующее.

### Каким образом в САМ-системе создается и кодируется выходная информация?

Практически в любой САМ-системе формирование и вывод УП в требуемом коде осуществляется при помощи постпроцессора или постпроцессоров. САМ-система без постпроцессоров не обладает достаточной гибкостью, чтобы удовлетворить потребности производственного участка с различными типами станков с ЧПУ.



Отладчик кодов необходим для разработки современного постпроцессора. Отладчик позволяет в процессе выполнения команд постпроцессора просматривать в реальном времени одновременно:

- исходный текст постпроцессора;
- данные траектории инструмента;
- УП для станка с ЧПУ.

Кроме того, можно следить за значениями переменных и запускать постпроцессор в различных режимах, чтобы быстро локализовать ошибку в тексте



**Включены ли постпроцессоры в цену САМ-системы?**

Выясните, сколько стоит обеспечение постпроцессорами всех имеющихся у вас станков. В какую сумму выльется заказ постпроцессора в будущем? Какова стоимость нового постпроцессора для управления многоосевым станком? Входит ли в цену возможность внесения изменений в постпроцессоры?

**Кто будет осуществлять настройку в аспекте вывода информации для станка ЧПУ?**

Вывод из САМ-системы информации для станка с ЧПУ может потребовать тонкой настройки, чтобы обеспечить возможность управления с учетом тех методов, которые применяются на вашем производственном участке. Будет ли заниматься настройкой постпроцессоров реселлер или же изменения внесет компания – разработчик софта?

**Входят ли в САМ-систему инструменты для настройки постпроцессоров?**

Постпроцессоры с возможностью настройки позволяют вносить изменения самостоятельно или с привлечением технического специалиста. Написание или редактирование постпроцессора обычно является процедурой не для слабонервных. Редактирование постпроцессора с предсказуемыми результатами возможно при наличии таких инструментов, как пошаговый отладчик, интегрированный текстовый редактор, а также развитая система поиска информации в документации. Кроме того, подобные средства позволяют полностью проверить постпроцессор еще до того, как он начнет применяться в реальном процессе изготовления деталей.

**Легко ли переносить УП с одного станка на другой?**

В некоторых САМ-системах рассчитанную траекторию можно просто пропускать через различные постпроцессоры, чтобы использовать её на разных станках с ЧПУ. В других системах придется заново программировать деталь с нуля.

**Доступен ли курс обучения, связанный с постпроцессорами вашей САМ-системы?**

Хороший постпроцессор может расширить функциональные возможности и добавить “новое измерение” вашему станку с ЧПУ. Чтобы добиться этого, необходимо знать возможности постпроцессоров, а также понимать особенности их работы. Для этих целей очень полезным может оказаться обучение [у разработчиков САМ-системы или постпроцессоров, либо у их реселлеров].

**Советы пишущим постпроцессоры**

Чтобы написать новый постпроцессор, возьмите в качестве исходного текст типового постпроцессора или постпроцессора для похожего станка, а затем внесите в него необходимые изменения. Обычно это легче, чем писать постпроцессор с нуля. Важно иметь свой набор 3D-моделей деталей, к которым можно обращаться в процессе тестирования. Это поможет обеспечить преемственность и воспроизводимость результатов тестирования. Когда работа над постпроцессором будет завершена, заархивируйте все файлы программ и деталей, которые использовались в процессе его написания. Это облегчит поддержку постпроцессора в будущем, после апгрейда вашей САМ-системы. ☞

◆ Выставки ◆ Форумы ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

ВЫСТАВКА

# 12-15 октября

**ЭКСПО-ВОЛГА**  
организатор выставок с 1986 г.

САМАРА-2010

## ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН

9-я международная специализированная выставка

- МАШИНОСТРОЕНИЕ
- СТАНКОСТРОЕНИЕ
- ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ
- МЕТАЛЛООБРАБОТКА
- МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ
- ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА
- МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
- СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Выставочный центр “ЭКСПО-ВОЛГА”  
443110 г. Самара, ул. Мичурина, 23А  
тел./факс: +7(846) 279-04-90, 270-34-11  
E-mail: prom@expo-volga.ru  
www.promsalon.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

ПОД ПАТРОНАЖЕМ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ

ВОЛГА-БИЗНЕС ЖУРНАЛ