

ПЛАНЕТА CAM

#5

декабрь-январь 2016
planetacam.ru

Ваш спутник в мире **CAD/CAM** и ЧПУ. Обзор рынка и технологий.

2020



Будущее CAM-систем

ONSHAPEC07



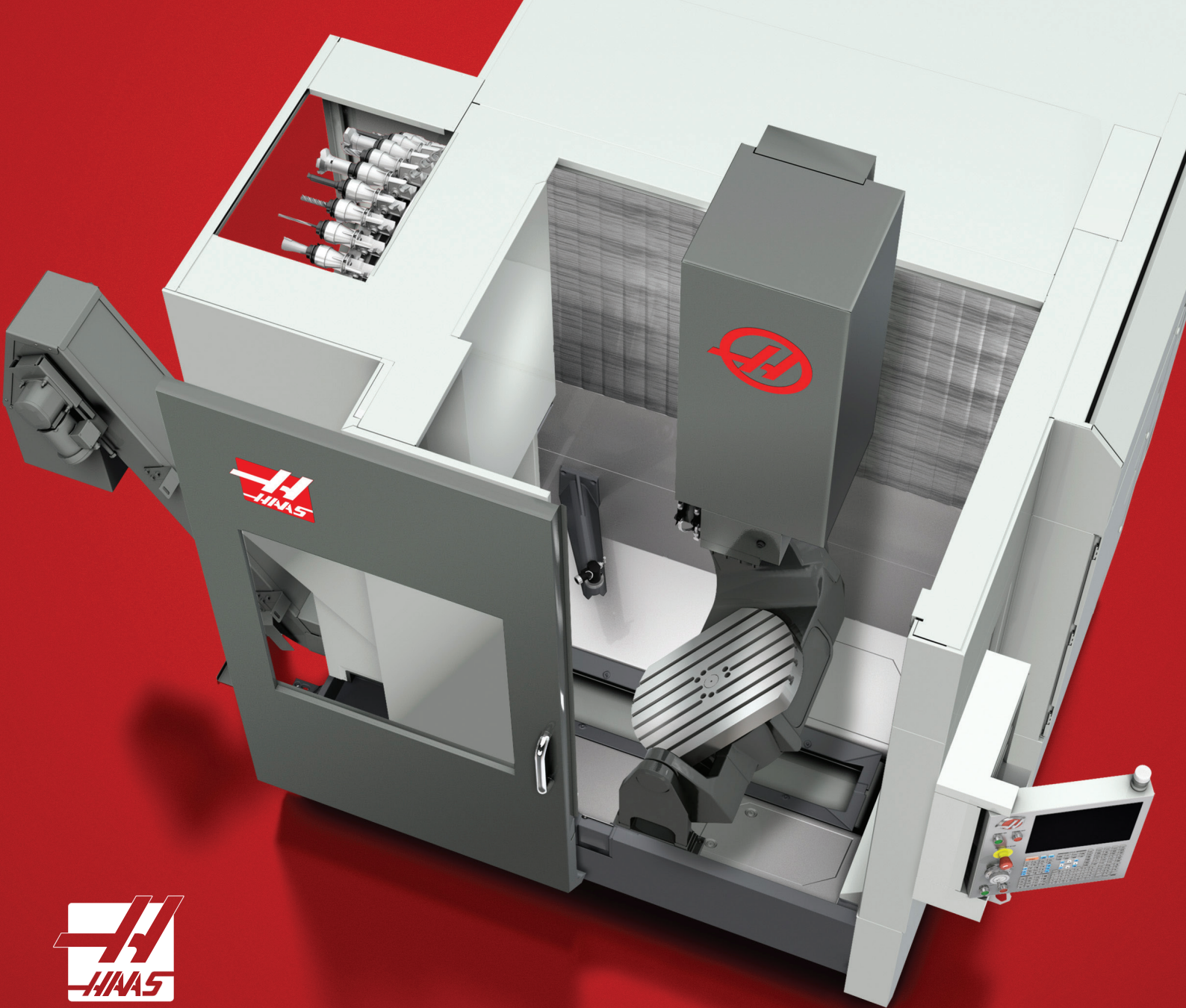
DELCAMC06



MECSOFTC08



Будущее CAM-систем Конференция дилеров SprutCAM 2015 ESPRIT и Gresset
НИП-Информатика: Опыт нашей команды в CAM – это несколько десятков лет работы



1 УСТАНОВ

ОБРАБОТКА С 5 СТОРОН

1/2 ЦЕНЫ

ЕЩЕ БОЛЬШЕ ОПЦИЙ
В СТАНДАРТНОЙ
КОМПЛЕКТАЦИИ

Выбор прост.

Haas UMC-750

Универсальный 5-осевой обрабатывающий центр
Стандартная комплектация включает:

- Полноценная 5-осевая машина
- Скорость вращения шпинделя 8100 об/мин
- Привод шпинделя 22,4 кВт
- Сменщик инструмента на 40+1 позиция
- Беспроводная измерительная система с дополнительным щупом для определения центров вращения
- Динамическое смещение рабочего нуля и контроль положения кончика инструмента

www.HaasCNC.com | HAAS . Самая низкая стоимость владения.

Haas Factory Outlet - Russia

6 НОВОСТИ

12 ГОСТЬ РЕДАКЦИИ

Опыт нашей команды в САМ – это несколько десятков лет работы

22 ШОУ-РУМ

Конференция дилеров SprutCAM 2015

26 ЭКСКЛЮЗИВ

Будущее САМ – систем

46 ПРАКТИКА УСПЕХА

Компания Gresset and Associates удовлетворяет потребности авиационной индустрии с САМ – системой ESPRIT



Главный редактор:
Андрей Ловыгин

Исполнительный редактор:
Юлия Куркова

Дизайн и верстка:
Юлия Куркова

Веб – сайт:
www.planetacam.ru

Электронная почта:
mail@planetacam.ru

Отдел рекламы:
ООО «Сетевые решения»

Тел. (812) 922–35–30

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна. Издание предназначено для лиц старше 12 лет.



...инженеры – технологи и программисты станков с ЧПУ начинают свой рабочий день с чтения наших новостей



Здравствуйте! Что отличает настоящее сетевое издание от обыкновенного веб-сайта? На мой взгляд, сочетание следующих характеристик: интересные и качественные публикации, обширная аудитория, присутствие рекламодателей и... регистрация в качестве СМИ.

Прошло всего полгода с момента запуска “Планеты САМ”, а уже сегодня у меня на столе лежит свидетельство РОСКОНАДЗОРА за номером ЭЛ № ФС 77 – 63083. С одной стороны, это связано с требованием российского законодательства — количество наших подписчиков перевалило за 3000, с другой — имиджевый эффект, “бу-мажка”, формально повышающая статус проекта и позволяющая нам называться журналистами на вполне законных основаниях.

Появились первые рекламодатели, которые сначала оценили перспективы сотрудничества, а затем подтвердили положительный эффект для их бизнеса. Баннеры ADEM, Autodesk CAM и Техтран органично вписались в пространство главной страницы и ведут на сайты уважаемых и успеш-

ных компаний, занимающихся разработкой и поставкой решений САМ. За прошедший год “Планета САМ” выступила информационным спонсором сразу нескольких значимых мероприятий: форума “РазВИТие”, конференции “Созвездие САПР 2015” и всероссийского конкурса “ТОП – 100 Инженеров России”. Ирина Козак, руководитель по связям с обществен-



ностью и внешним коммуникациям АНО «Центр кластерного развития Ульяновской области», один из организаторов проекта «Российский инжиниринг», так выразила свою благодарность: «... Вам огромное спасибо за поддержку. Мероприятие высоко оценено, на выставке мы подписываем соглашение о сотрудничестве с Национальной палатой инженеров России и... движемся дальше и выше. Всегда рады видеть Вас в партнерах...». Спасибо и вам, Ирина! Приятно, что наш незначительный вклад в успех вашего дела не остался незамеченным.

Популярность ресурса неуклонно растет, ежемесячно мы регистрируем более 15 000 уникальных посетителей, что значительно больше, чем аудитория большинства печатных изданий, освещающих тематику САПР. Впрочем, ничего удивительного в этом нет, так как изначально была выбрана уникальная специализация для российского медиа пространства — мы пишем о Computer-aided Manufacturing. В результате, многие инженеры-технологи и программисты станков с ЧПУ начинают свой рабочий день с чтения наших новостей, которые публикуются в ленте «Планеты САМ» значительно быстрее, чем появляются соответствующие переводы на русскоязычных сайтах местных представительств.

В самое ближайшее время мы вернемся *назад*, к публикации технологического рейтинга САМ-систем, на этот раз в новом формате, который в *будущем* предусматривает участие зарегистрированных пользователей портала planetacam.ru в определении лидеров отрасли. Работать это будет следующим образом: команда наших экспертов отбирает пятерку САМ-систем, лидирующих в определенной технологической номина-

ции (фрезерование, точение и пр.), а уже вы, наши читатели, своим голосованием определяете достойных занять пьедестал почета.

Что же касается публикаций, то в январском номере они определенно достойны внимания. Вас ждет большая статья «Будущее САМ-систем», в которой я взял на себя смелость порассуждать о направлении развития технологий, рынка и возможностей программного обеспечения для станков с ЧПУ и постарался спрогнозировать, куда эволюционируют САМ-системы к 2020 году. Данный материал предполагает, что читатель выразит свою точку зрения в комментариях, согласится или не согласится с мнением автора — для этого открыт специальный опрос.

Настоящим украшением пятого выпуска журнала стало интервью Александра Лиферова, директора компании «НИИП-Информатика», одного из создателей легендарной САМ-системы «Техтран», который откровенно и со свойственной ему образностью рассказал о трудностях становления бизнеса, целях и достижениях, о месте и роли САМ в своей жизни.

Вот с такими, очевидно, положительными результатами мы вступили в 2016 год. От лица редакции информационно-аналитического электронного журнала «Планета САМ» поздравляю вас с прошедшими Новогодними праздниками, желаю профессиональных успехов, здоровья и мира!



Андрей Ловыгин,
mail@planetacam.ru

DELSCAM ВЫПУСТИЛ 2016 ВЕРСИЮ CAM-СИСТЕМЫ

DELSCAM ДЛЯ SOLIDWORKS

Delcam выпустил новую версию своей CAM-системы Delcam for SolidWorks 2016, интегрированной с SolidWorks. Она включает в себя широкий спектр усовершенствований, в частности большее количество вариантов для высокоэффективной стратегии Vortex, более быстрое создание множественных установов, более эффективное точение и улучшения пользовательского интерфейса. Это позволяет сделать программирование еще более простым и быстрым.

Полная информация о новой версии, в том числе видео-демонстрации основных усовершенствований, находится на портале «Delcam for SolidWorks Learning Zone» – www.delcam.tv/dfs2016/lz.

Delcam for SolidWorks предлагает проверенные и зарекомендовавшие себя алгоритмы обработки компании Delcam, которыми уже пользуются более чем 50000 клиентов, полностью интегрированные в среду SolidWorks. Программа выглядит и ведет себя как SolidWorks, при этом реализована полная ассоциативность. Поэтому любые изменения в CAD-модели автоматически отражаются в траекториях. Тем не менее, эта ассоциативность «умнее», чем в других интегрированных CAM-системах. Delcam for SolidWorks не просто изменяет существующие траектории, она также пересматривает выбор режущего инструмента и стратегии обработки, и меняет их, если необходимо.

DFS 2016 включает в себя ряд усовершенствований в стратегии Vortex. Эта стратегия обеспечивает наиболее быстрое и безопасное удаление металла твердосплавным инструментом, в частности в проектах, в которых осуществляются операции резания на большой глубине с использованием полной длины режущей кромки фре-

зы. Она генерирует траектории с контролируемым углом контакта фрезы и металла, таким образом, поддерживая оптимальные условия резания для всего чернового цикла обработки, обеспечивая более быструю обработку, а также более длительный срок службы инструмента.

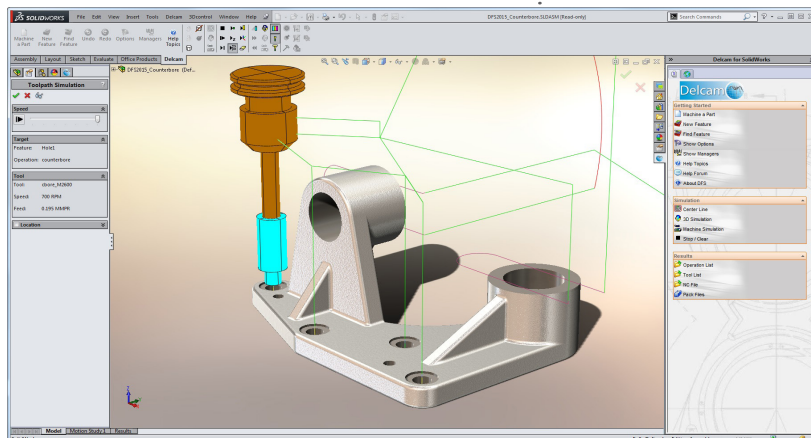
Была добавлена возможность настраивать так называемые «нережущие» ходы для 2.5D и 3D-фрезерных операций Vortex. Теперь доступны варианты поведения фрезы в момент ее движения без съема материала:

- а) отвести инструмент вверх для перехода к последующему участку обработки на ускоренной подаче;
- б) увеличить рабочую подачу без отвода фрезы.

Эти параметры могут быть установлены отдельно или могут быть объединены для того, чтобы получить оптимальную траекторию с минимальным временем цикла.

Другое улучшение черновой обработки включает в себя способность учитывать любые оставшиеся недоработки на модели заготовки в процессе контроля столкновений. Тем самым, гарантируется, что черновая «Z-level» траектория полностью свободна от столкновений оправки инструмента с заготовкой. Фрезерование внутренних или наружных канавок претерпело ряд изменений. Они включают в себя поддержку различных типов поведения фрезы внутри траектории движений подходов и отходов для чистовых операций, более качественную проверку столкновений во время погружения и возврата фрезы из канавки, одновременно с этим теперь поддерживается коррекция на радиус инструмента с выводом эквидистанты или точек контакта.

Пятиосевая обработка «Боком фрезы» стала более «гибкой» благодаря новой



ОКНО ПРОГРАММЫ
SOLIDWORKS С
ИНТЕГРИРОВАННОЙ
CAM-СИСТЕМОЙ
DELCAM

возможности управлять верхними и нижними «Z-Limits» пределами. Это полезно в случае, если есть ограничения по длине используемого инструмента, или если Вы хотите обработать, например, нижнюю часть одной и той же поверхности операциями другого типа.

Теперь в токарных операциях может

быть задан угол врезания для режущих проходов. Управляя этим углом врезания, мы можем достичь более гладкого образования стружки и уменьшить возникающие при этом силы резания.

Улучшения интерфейса включают в себя способность быстрого создания дополнительных установок непосредственно во время распознавания элементов («Feature RECOGNITION»). Для этого используется новая кнопка в «Мастере создания элементов». И это заметно сокращает общее время, затраченное на программирование.

ONSHAPE ЗАПУСКАЕТ БЕТА-ВЕРСИЮ

ПЛОЩАДКИ ONSHAPE APP STORE

В поисках способа изменить существующие привычки CAD-пользователей искать и покупать инженерные приложения, компания Onshape запускает Onshape App Store. Это открытая площадка, бета-версия которой пока доступна только некоторым пользователям, предлагает широкий выбор продукции для симуляции, создания обработки, рендеринга, а также удобный способ ее просматривать, тестировать и покупать.

В Onshape есть три типа приложений:

- **Integrated Cloud Apps:** облачные приложения, которые работают в своем собственном окне внутри Onshape;
- **Connected Cloud Apps:** облачные приложения, которые работают в своем собственном окне в браузере;

- **Connected Desktop Apps:** обычные десктопные приложения для Windows и Mac OS, которые требуют установки, но подключены к Onshape в облаке.

«Наша философия заключается в предоставлении нашим клиентам настолько широкого крумга приложений, насколько это возможно», — говорит Дейв Коркоран (Dave Corcoran), вице-президент по исследованиям и развитию. — Пользователи Onshape могут выбирать, какой уровень интеграции, какие возможности приложения и его стоимость подходят для них». Пользователи Onshape могут запросить доступ к закрытому бета-тестированию площадки Onshape App Store на странице: www.onshape.com/app-store-beta.

MECSOFT CORPORATION ВЫПУСТИЛА VISUALCAD/CAM 2016

Компания MecSoft Corporation, разработчик CAD/CAM программного обеспечения объявила о релизе своего флагманского продукта VisualCAD/CAM 2016.

Система VisualCAM, работающая на платформе VisualCAD, состоит из модулей VisualMILL, VisualTURN, VisualNEST, VisualART и адресована инженерам, работающим со станками с ЧПУ. VisualCAD остается полностью бесплатным инструментом для проектирования.

VisualCAD/CAM 2016 был усовершенствован и сегодня является одним из наиболее привлекательных продуктов на рынке инженерного ПО.

Изменения в новой версии:

- Улучшения функционала создания геометрии в VisualCAD

- Улучшения методов фрезерования от 2-х до 4-х осей
- Улучшения в управлении инструментом, расчете скоростей и подач, обновление баз знаний
- Появление утилит для деревообработки
- Улучшения в модуле раскроя

«Программные продукты VisualCAD/CAM 2016 и RhinoCAM 2016 содержат множество улучшений и превосходят ожидания наших пользователей. Основной акцент сделан на автоматизации задач программирования и на усовершенствовании методов генерации траекторий», — заявил Joe Anand, Президент и Исполнительный директор MecSoft Corporation.

ОБНОВЛЕННЫЙ САЙТ ROBOTMASTER

Компания Hypertherm представила обновленный сайт Robotmaster с новым логотипом и слоганом. В рамках ребрендинга, компания полностью обновила текущий бренд Robotmaster, в котором можно увидеть реализацию новой визуальной идентичности и присутствия в интернете для поддержки будущих планов по развитию.

Создававшийся с учетом адаптивности к различным устройствам и дружелюбного к пользователям интерфейса, обновленный сайт спроектирован с использованием новейших технологий для обеспечения совместимости с современными браузерами и мобильными устройствами.

Раздел «Пресс-центр» — это отличный способ быть в курсе последних новостей, читая официальные пресс-релизы и информативные статьи.

Кроме того, бренд рекомендует пользователям следить за активностью Robotmaster в социальных сетях. Обновленный сайт доступен по адресу www.robotmaster.com.

Кроме того, бренд

мендует пользователям следить за активностью Robotmaster в социальных сетях. Обновленный сайт доступен по адресу www.robotmaster.com.



ГЛАВНАЯ СТРАНИЦА
ОБНОВЛЕННОГО
САЙТА ROBOTMASTER

РЕБРЕНДИНГ ESPRIT: НОВЫЙ ЛОГОТИП, НОВЫЙ САЙТ, НОВЫЙ ФИРМЕННЫЙ СТИЛЬ

Компания DP Technology представила новый корпоративный сайт своего флагманского программного продукта CAM-системы ESPRIT. В рамках ребрендинга были переработаны логотип, фирменный стиль и стратегия развития бренда.

Логотип компании модернизирован в более изящный, с оригинальным 3D эффектом, в то же время были сохранены графический стиль и визу-

Для демонстрации возможностей 5-осевой обработки в CAM-системе ESPRIT на сайте создана отдельная страница с большим количеством видеоматериалов, наглядно показывающих особенности того или иного цикла обработки, и историями пользователей ESPRIT, успешно применяющих 5-осевую обработку на своих производствах.

«Первое на что обращает внимание новый сайт DP Technology —



альная мощь первоначального логотипа.

Заново спроектированный сайт оптимизирован для поисковых систем, а новый URL-адрес легко запоминается: espritcam.com. Адаптивная верстка сайта делает его просмотр удобным на различных устройствах, а простая и логичная навигация будет понятна широкому кругу посетителей.

Ресурс строился с учетом пожеланий профессионалов отрасли — пользователей ESPRIT. Теперь главная страница нового сайта знакомит посетителей с отличительными особенностями программного продукта и его широкими возможностями.

До всех важных материалов можно добраться за пару кликов — будь то информация о специфике различных вариантов обработки, о решениях для определенной индустрии или о совместимости со станками от ведущих мировых производителей — нужная информация найдется за секунды.

это легкость использования. Теперь пользователям намного проще искать информацию о продукте, она расположена на одной странице, и новым посетителям не придется переходить от вкладки к вкладке для того, чтобы найти форму запроса демо лицензии или списка поддерживаемых станков с ЧПУ. — рассказывает Мария Кучерявых, начальник отдела САПР ЗАО 'ЛО ЦНИТИ'. — При этом сохранены вкладки из прошлого дизайна и 'бывалые' посетители найдут подробные материалы о модулях системы ESPRIT, о партнерах проекта и много другой полезной информации». В настоящий момент ведется работа над версией сайта на русском языке, который находится по адресу: espritcam.ru. Несмотря на появление сайта, основным ресурсом для российских пользователей ESPRIT остается уже известный сайт dptechnology.ru, на котором находится вся актуальная информация о CAM-системе.

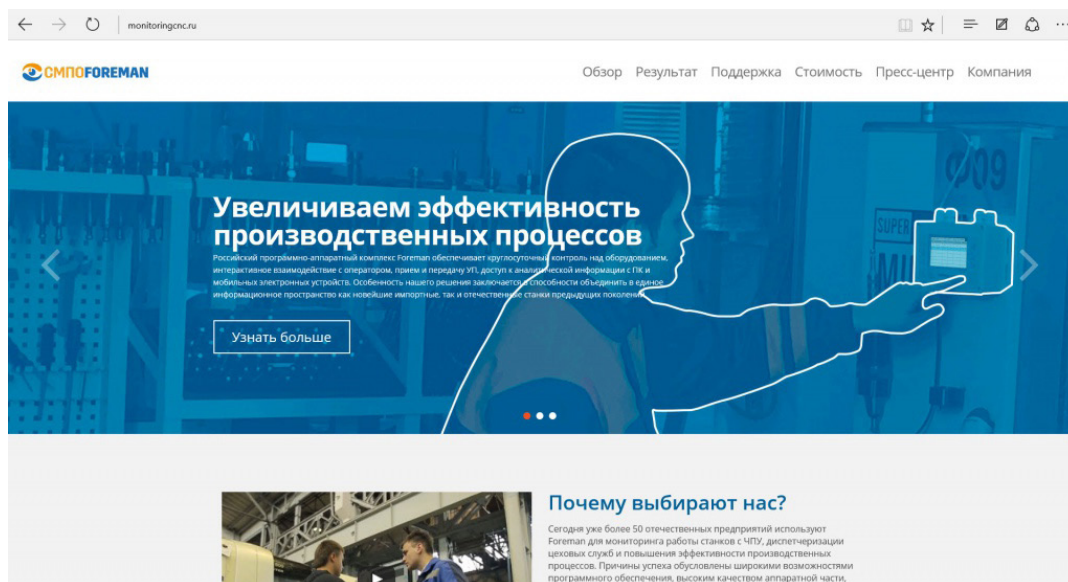
НОВЫЙ ФИРМЕННЫЙ СТИЛЬ И ОБНОВЛЕННЫЙ САЙТ ПРОЕКТА “МОНИТОРИНГ ЧПУ”

Компания ЛО ЦНИТИ, ведущий российский разработчик и поставщик решений для повышения эффективности производства, представила новый фирменный стиль и обновила веб-сайт monitoringcnc.ru, посвященный программно-аппаратному комплексу для мониторинга работы станков с ЧПУ Foreman.

Программно-аппаратный комплекс Foreman обеспечивает круглосуточ-

отличается оригинальным дизайном, адаптивной версткой и дружелюбным интерфейсом. Главная страница призвана привлечь внимание посетителей сайта на ключевые возможности продукта с помощью трех тематических слайдеров, а также небольшого фильма, рассказывающего о продукте, компании-разработчике и пользователях. По сравнению с предыдущим сайтом значительный упор сделан на де-

ОРИГИНАЛЬНЫЙ
И ЛАКОНИЧНЫЙ
ДИЗАЙН САЙТА
MONITORINGCNC.RU.

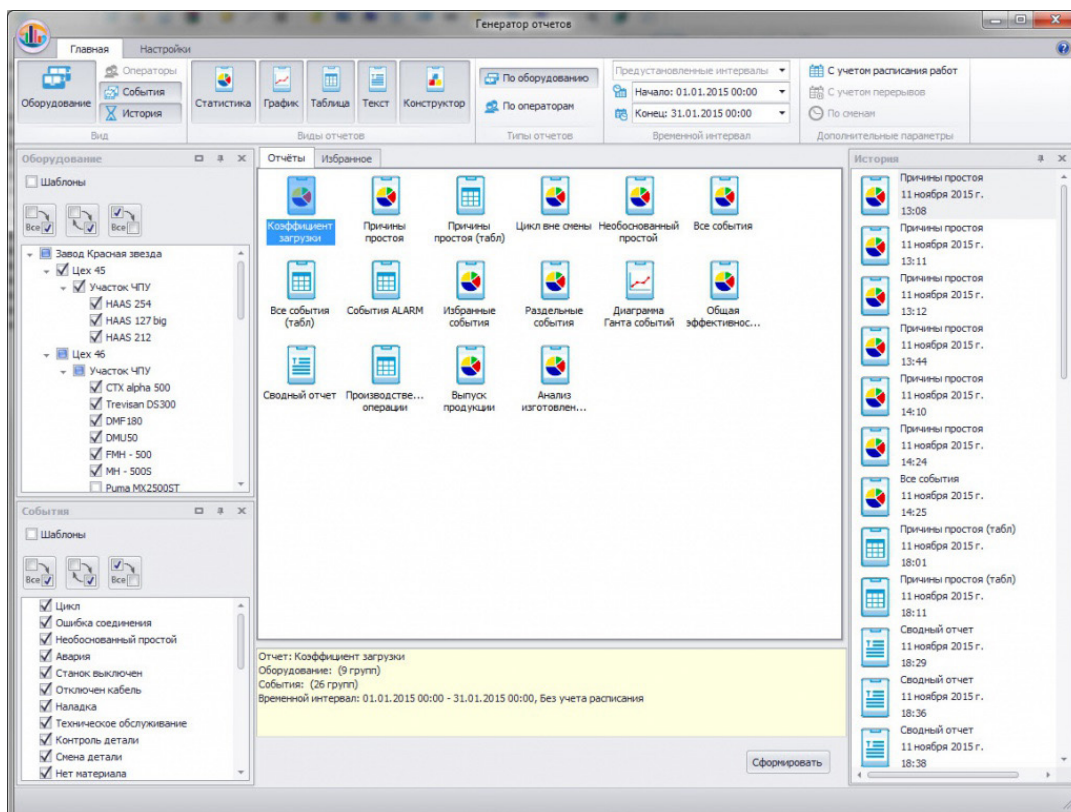


ный контроль над работой станков с ЧПУ, интерактивное взаимодействие с оператором, прием и передачу управляющих программ, доступ к аналитической информации об эффективности работы оборудования с персонального компьютера и мобильных электронных устройств. Особенность решения заключается в способности объединить в единое информационное пространство как новейшие импортные, так и отечественные станки прошлых поколений.

Новый сайт, расположенный по известному адресу monitoringcnc.ru

монстрацию результатов внедрения комплекса — здесь вы найдете кейсы, отражающие различные практические преимущества от внедрения; отзывы пользователей и галерею с множеством фотографий, демонстрирующих технологии и примеры выполненных работ.

Центр загрузки предлагает для скачивания дистрибутивы ПО и документацию, а раздел “Стоимость” позволяет посетителям сайта запросить коммерческое предложение на Foreman очертив круг задач или выбрав необходимые аппаратные и программные продукты.



НОВЫЙ ГЕНЕРАТОР ОТЧЕТОВ В СМПО FOREMAN.

Релиз сайта совпал с анонсом нового поколения Foreman, построенного на современной программно-аппаратной платформе. «Высокая скорость работы программного обеспечения, новый интерфейс и дизайн приложений, значительное расширение продуктовой линейки и уникальная концепция «Мониторинг ЧПУ 2.0», служащая, с одной стороны, для контроля работы станочного парка и, с другой стороны, для интерактивного взаимодействия с операторами и цеховыми службами предприятия, — так описывает новинку Андрей Васильев, главный инженер ЗАО «ЛО ЦНИТИ». — Почти год работы и значительные инвестиции позволили нам создать современную масштабируемую платформу, основу для широкой линейки моделей электронных блоков мониторинга Foreman. Теперь наш комплекс по возможностям и качеству аппаратной части сравним с лучшими иностранными аналогами».

Кардинальным образом изменилось и программное обеспечение комплекса. Существующие приложения были обновлены, плюс разработаны абсолютно новые — например, утилита «Контрольный центр мониторинга», обеспечивающая удобный запуск всех программных продуктов, контроль над пользовательскими лицензиями и оперативную коммуникацию со службой технической поддержки.

Если раньше в шапке сайта располагался логотип проекта «Мониторинг ЧПУ», то теперь посетителей встречает логотип продукта — СМПО Foreman. Практически все рекламные материалы, листовки, буклеты и презентации были приведены к новому фирменному стилю. Еще одной положительной особенностью нового monitoringcnc.ru является поддержка мобильных электронных устройств — сайт адаптируется к размерам экрана, так что даже на смартфоне с ним работать просто и удобно.

Опыт нашей команды в САМ — это несколько десятков лет работы

ЮЛИЯ КУРКОВА

ОТ РЕДАКЦИИ: «НИП-ИНФОРМАТИКА» — ОДНА ИЗ НЕМНОГИХ ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ В РОССИИ, ЧИСЛО КЛИЕНТОВ КОТОРОЙ ПЕРЕВАЛИЛО ЗА 2000. НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ — А ИМЕННО ТАК РАСШИФРОВАЕТСЯ «НИП» — БЫЛО ОСНОВАНО НА РУБЕЖЕ 1990 И 1991 ГОДОВ. ЭТО БЫЛА ЭПОХА, ПРЕДОСТАВИВШАЯ ИНЖЕНЕРАМ И НАУЧНЫМ РАБОТНИКАМ ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАНИМАТЬСЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ. НАЧАЛЬНЫМ КАПИТАЛОМ, ПОСЛУЖИВШИМ БАЗИСОМ ДЛЯ СТАРТА БИЗНЕСА СТАЛА КОМАНДА ПРОГРАММИСТОВ, РАБОТАВШИХ НАД СОЗДАНИЕМ ТЕХТРАН — СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ.

СЕГОДНЯ КОМПАНИЯ «НИП-ИНФОРМАТИКА», НАЧАВШАЯ СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФАКТИЧЕСКИ С ЕДИНСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ, ЗНАЧИТЕЛЬНО РАСШИРИЛА СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЯВЛЯЕТСЯ РЕСЕЛЛЕРОМ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ И РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ, ПРОИЗВОДЯЩИХ ПЕРЕДОВОЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, В Т. Ч. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА, СТРОИТЕЛЬСТВА, ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ГОРНОГО ДЕЛА, И ДР.

ТАКИЕ КОМПАНИИ КАК CARLSON SOFTWARE, TEKLA, CSI, PLAXIS, EUROSTAG, RISK SPECTRUM, ALTium ЯВЛЯЮТСЯ МНОГОЛЕТНИМИ ПАРТНЕРАМИ ООО «НИП-ИНФОРМАТИКА». КРОМЕ ТОГО, «НИП-ИНФОРМАТИКА» — ЭТО ОДИН ИЗ ВЕДУЩИХ ПАРТНЕРОВ AUTODESK, И В ТЕЧЕНИЕ МНОГИХ ЛЕТ СОХРАНЯЕТ ЗА СОБОЙ СТАТУС AUTODESK GOLD PARTNER. ДВАЖДЫ «НИП-ИНФОРМАТИКА» БЫЛА ПРИЗНАНА AUTODESK ЛУЧШЕЙ В РЕГИОНЕ EMEA (ЕВРОПА, СРЕДНИЙ ВОСТОК, АФРИКА) В НОМИНАЦИИ “CUSTOMER SATISFACTION” (УРОВЕНЬ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ). В КАНУН 25-ТИ ЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ “НИП-ИНФОРМАТИКИ” НАМ УДАЛОСЬ ВЗЯТЬ ИНТЕРВЬЮ У ЕЕ ОСНОВАТЕЛЯ, АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ЛИФЕРОВА, КОТОРЫЙ ОТКРОВЕННО И СО СВОЙСТВЕННОЙ ЕМУ ОБРАЗНОСТЬЮ РАССКАЗАЛ О ТРУДНОСТЯХ СТАНОВЛЕНИЯ БИЗНЕСА, ЦЕЛЯХ И ДОСТИЖЕНИЯХ, О МЕСТЕ И РОЛИ САМ В СВОЕЙ ЖИЗНИ.

Александр Александрович, расскажите, пожалуйста, где вы учились, как вы пришли в сферу автоматизации проектирования и что вас побудило начать заниматься именно САМ-системами?

В 1971 году я закончил обучение и защитил диплом в ЛЭТИ. После окончания

института стало понятно, что полученные знания не являются достаточными, чтобы соответствовать квалификационному уровню специалиста в Институте Ядерной Физики (ИЯФ), где я тогда работал. Давний интерес к точным наукам и появившаяся возможность продолжить обучение в

ЛГУ на факультете прикладной математики (1972-1975 гг.) помогли немного восполнить этот пробел. В университете меня, в прямом смысле, уговорили перейти на новую работу — в ЛО ЦНИТИ на разработку САМ системы, в дальнейшем получившей название ТЕХТРАН.

С этой разработкой практически связана вся жизнь.

Конечно, для меня это был большой шок, так как с прежней работой, где отработал почти пять лет, пришлось расстаться. Это было время «физиков и лириков», стремлений и надежд. Сама обстановка в ИЯФе заставляла развиваться и двигаться вперед. Это было время смелых физических экспериментов и открытий. Чувствовать свою причастность к этому процессу было большой честью. Мне было очень грустно покидать институт, потому что кроме интересной работы там была очень сильная и талантливая команда — лучшие выпускники Политехнического Института (факультета Экспериментальной и Ядерной физики) и физфака ЛГУ. Это были свободные, талантливые молодые люди, разносторонне развитые и неординарные.

Причины, которые вынудили меня покинуть ИЯФ лежали в бытовой плоскости: время и деньги. Содержание семьи на зарплату молодого специалиста в системе Академии Наук, куда входил ИЯФ, к сожалению, было проблематично.

Проработав в такой среде около 5 лет, я пришел в рядовую советскую «контору». Потребовалось некоторое время для того, чтобы адаптироваться к новой обстановке.

Поначалу было непривычно, но потом, когда подключился к команде молодых программистов из «Электросилы», ВНИТИ и «Позитрона» уже работавших над проектом, также постепенно вошел во вкус новой работы.

Оказалось, что новая работа не менее интересна. Мы



АЛЕКСАНДР ЛИФЕРОВ НА СТЕНДЕ ООО «НИП-ИНФОРМАТИКА» ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫСТАВКИ «ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» — «МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2011».

разрабатывали софт, который был нужен потребителю. Программирование станков с ЧПУ было весьма трудоемкой задачей, несмотря на то, что сами станки того периода по сравнению с современным оборудованием кажутся примитивными устройствами. Мы стремились создать не просто программу, а программу для широкого круга пользователей.

Как раз в данный период стало опять понятно, что знаний, полученных на предыдущих жизненных этапах, опять недостаточно. Приходилось сталкиваться с настоящим производством, а образование, полученное ранее, не позволяло эффективно работать,

понимать и интерпретировать проблемы и ставить задачи. Аспирантура в «Военмехе», (сейчас — Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. В. Устинова) в 1979-1983 г. мобилизовала на продолжение образования. Откровенно говоря, приходилось много заниматься самостоятельно, так мы опять попали на технологический перелом. В середине 80-х годов за рубежом появились CAD/CAM системы, и нужно было осознать как это работает, как передается информация от CAD к CAM. Появились первые редакции стандарта обмена IGES. Одним словом, век живи — век учись.



АЛЕКСАНДР ЛИФЕРОВ И ДМИТРИЙ ЛИНСКИЙ, ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР КОМПАНИИ «НИП-ИНФОРМАТИКА».

НА КОНФЕРЕНЦИИ
«РЕШЕНИЯ AUTODESK
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И МАШИНОСТРОЕ-
НИЯ».



Нам повезло, потому что к разработке подключились специалисты, которые были готовы начинать внедрение ТЕХТРАНа на своих предприятиях. Это удивительно, что никто из них не просил оплачивать их работу. Они думали о том, чтобы сделать свою работу более интересной и эффективной и понимали, что они участвуют в процессе создания чего-то нового.

Мы благодарны этим людям, которые невольно стали членами нашей команды и тестировали пока еще сырую программу на своем оборудовании.

Откровенно говоря, оглядываясь назад, мы были одними из первых, кто разработал отечественную промышленную САМ — систему.

В то время люди еще охотно обменивались информацией, не было секретов, все были более открытые. Мы радовались, стремились выступать на конференциях, тянулись к новому. На самом деле это был творческий подъем, когда появлялись первые ростки новых технологий в программировании, когда был переход

от больших ЭВМ к малым. В команде были действительно великолепные программисты, которые творили чудеса. В то время программирование еще было искусством, сейчас же оно перешло в промышленную индустрию, что естественно. Мы жили этим, искали информацию о зарубежных разработках, что было весьма трудно в те времена, и старались сделать свое, учитывая все, что удавалось найти в различных источниках.

Рано или поздно такой открытый обмен информацией должен был закончиться. ТЕХТРАН к этому времени получил признание и использовался на многих предприятиях страны. Процесс стал необратимым.

Нам впервые удалось привести ТЕХТРАН к форме и функционалу, готовому для продажи в виде программного продукта. Но это отдельная история.

«НИП-Информатика» была образована на рубеже 1990-1991 годов, и 2016 год можно считать юбилейным

для компании. Расскажите, с чего начинался ваш бизнес.

Предпринимательская деятельность была официально разрешена в конце 80-х годов 20-го века. Естественно, все, кто мог зарабатывать самостоятельно, в мгновение ока расстались с государственным предприятием и открыли собственные компании. Так получилось, что последние годы, перед тем, как была разрешена предпринимательская деятельность, ТЕХТРАН оформился как программный продукт, готовый для продажи, имеющий к тому же довольно широкую известность и, соответственно, клиентскую сеть. Таким образом, в начале был ТЕХТРАН и команда, а потом это облеклось в форму компании «НИП-Информатика».

Это были “бурные” девяностые, безденежье населения и предприятий, эпоха бартера, ваучеров, неплатежей и всего такого, что, оглядываясь назад, удивляешься, как мы это все пережили. Не только пережили, но и работали и развивались.

Компании нужно было приспособиться к условиям формирующегося рынка. ТЕХТРАН дал мощный старт, но когда промышленность стала останавливаться, ТЕХТРАН тоже стал сдавать.

В начале 90-х рынок был турбулентный, приходилось заниматься разными вопросами, порой стихийно, оглядываясь по сторонам, решать самые невероятные проблемы и находить решения и выходы из, казалось, безнадежных ситуаций. Это хаотичное движение на рынке, но, как и броуновское движение, оно

имеет какие-то определенные закономерности. Мы продолжали искать и уже к 1996 году имели в нашей линейке программных продуктов не только САМ-системы. К тому времени мы уже работали с Autodesk, SoftDesk, Image Systems, стали поставлять оборудование — плоттеры, сканеры. Впоследствии, шаг за шагом, заключили контракты с компаниями: Carlson Software, производящей программное обеспечение для горной промышленности, PLAXIS — для геотехнических расчетов, Tekla — для проектирования железобетонных и металлических конструкций, CSI — для инженерных расчетов строительных конструкций и мостовых сооружений и др.

Компания должна предлагать самые передовые программы, максимально удовлетворяющие потребности заказчиков и формирующие законченные решения в различных сегментах рынка.

Назовите основные направления деятельности компании в настоящее время и, если не секрет, какие продукты сегодня приносят наибольший доход?

Дело в том, что бизнес подвержен конъюнктуре. Говорить о том, что более рентабельно или менее в краткосрочном периоде — не совсем корректно. Например, когда проектировались объекты для Олимпийских Игр, высокорентабельным был PLAXIS, потому что в г. Сочи очень сложная геотехническая обстановка, и чтобы рассчитывать основания, дороги, тоннели, причалы, горные склоны, сейсмику и пр. многие проектные ком-



НА ВСЕМИРНОЙ ВЫСТАВКЕ EXPO-2015 (Г. МИЛАН, ИТАЛИЯ) НА ВХОДЕ В ПАВИЛЬОН "РОССИЯ".

пании использовали PLAXIS. 2015 год оказался успешным, даже более чем успешным для программного комплекса Tekla. В преддверии Чемпионата мира по футболу конъюнктура благоволила программе. Tekla оказалась востребована, т.к. это эффективное решение для проектирования стадионов, аэропортов, мостов. Продажи удвоились по сравнению с прошлым годом, и мы перевыполнили план почти в два раза, что стало неожиданностью. Конечно, на мой взгляд, конъюнктура поспособствовала этому.

«НИП-Информатика» уже много лет является реселлером Autodesk и даже имеет статус Gold Partner. Тяжело ли заработать подобный статус и какие преимущества он вам дает?

Статус Gold Partner получить было несложно, для этого достаточно было успешно

завершить один финансовый год. Очень тяжело поддерживать этот статус в связи с очень высокими требованиями, которые предъявляет компания Autodesk. Имеется в виду план продаж, соответствие штата сотрудников по квалификационному уровню, количеству и др. Кроме того, для подтверждения квалификации необходимо регулярно, несколько раз в году, сдавать экзамены. И эти экзамены сдают все. Для того чтобы их сдать, нужно прослушать несколько десятков часов уроков. Сотрудники слушают эти уроки либо дома, либо в офисе в нерабочее время. Поэтому нужно предпринимать достаточные усилия, чтобы поддержать этот статус и выполнить те требования, которые предъявляются Autodesk. С каждым годом поддерживать этот статус становится труднее, поэтому некоторые компании, которые были в обейме

КОМПАНИЯ «НИП-ИН-ФОРМАТИКА» СОВМЕСТНО С TEKLA CORPORATION ПРОВЕЛА ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР, ПОСВЯЩЕННЫЙ ВОПРОСАМ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ TEKLA - МИРОВОГО ЛИДЕРА В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА САПР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.



Золотых партнеров, потеряли его. Это сильные компании, имеющие большой опыт продаж продукции Autodesk, но в условиях высокой конкуренции, непредсказуемого рынка, небольшая осечка может привести к потере статуса. У Autodesk более 50 партнеров — это много. А Золотых партнеров сейчас осталось только пять. А было восемь. Gold Partner — это высокий статус. И имея высокий статус, ты имеешь больше возможностей для работы с солидными предприятиями. Мы благодарны компании Autodesk в том, что предъявляя к партнерам такие высокие требования, партнерская сеть Autodesk, в том числе наша компания, стала состоять из высококвалифицированных специалистов. Партнеры проводят обучение, помогают предприятиям выполнять сложные проекты, внедрять современные технологии, как, например, технологию информационного моделирования (BIM). Это, в принципе, отличает партнерскую сеть Autodesk от других. Она является одной из самых

крупных, самых жизнестойких, и существует уже более 20 лет. Компания Autodesk очень серьезно относится к ней и уделяет немало внимания развитию и поддержанию этой сети. Autodesk — это одна из самых квалифицированных, крепко стоящих на ногах компаний, оказывающая реальные услуги. Сеть учебных центров тоже очень развита и, например, чтобы быть учебным центром, нужно иметь сертифицированных преподавателей. Чтобы стать сертифицированным преподавателем, необходимо пройти определенные тесты, получить рекомендации и так далее, не так все просто. «НИП-Информатика» уже более полутора десятков лет является учебным центром Autodesk и имеет в своем штате сертифицированных преподавателей по многим специальностям.

В 2014 году компания Autodesk вышла на российский рынок с линейкой собственных САМ продуктов: HSMWorks, Inventor HSM, Fusion 360, а «НИП-Информатика» получила права

дистрибуции и начала строить дилерскую сеть. Какие, на ваш взгляд, перспективы у Autodesk на отечественном рынке САМ и что вы делаете для продвижения новых продуктов?

Первая попытка Autodesk заняться САМ-системами была в 1990-е годы. Мы имели печальный опыт работы с САМ-системой от Autodesk под маркой Manufacturing Expert, четыре лицензии которой мы успели продать компании АВВ. Освоили и разработали 4 постпроцессора. К сожалению, эта программа была продана компании САМАХ, где и почилa. Время было потеряно. Недавно мы узнали, что Autodesk решил вернуться к, казалось, давно забытой теме. В связи с тем, что мы волею судеб связаны с Autodesk, то, когда нам предложили заняться этим бизнесом, мы согласились. Наша компания обладает многолетним опытом работы в данной области, как в продажах, так и в технической поддержке. Мы неоднократно были лидерами продаж в машиностроительном САМ-сегменте Autodesk, а опыт нашей команды в САМ-сегменте насчитывает десятки лет. Поэтому мы приняли такое решение. Я уверен, мы не подведем.

Компания Autodesk очень эффективно продвигает новые решения и я не сомневаюсь, что САМ продукты Autodesk имеют большие перспективы. Конечно, потребуется большая подготовительная работа по подготовке реселлеров и их обучению.

Как вы относитесь к политике импортозамещения?

Как она повлияет на судьбу компании?

Мы вообще-то занимаемся импортозамещением все время, даже без тех деклараций, которые стали появляться в последнее время. Для нас всегда было главным создавать продукты, которые могут успешно конкурировать с продуктами зарубежного производства. Отчасти нам это удалось. Например, разработка программного обеспечения ТЕХТРАН—Раскрой для машин термической, гидроабразивной резки в течение многих лет успешно конкурирует с зарубежным программным обеспечением данного класса. Многие предприятия предпочитают приобретать ТЕХТРАН, так как при сопоставимом качестве наша продукция стоит значительно меньше, не говоря о плюсах нашей технической поддержки, которая, как известно, для зарубежного программного обеспечения часто сталкивается с языковыми проблемами.

В последние годы «НИП-Информатика» уделяет большое внимание развитию направления 2-х координатной листовой обработки. Данный сегмент программного обеспечения был слабо развит, а оборудования в последние годы появилось очень много. Этот сегмент имеет характерную особенность, связанную с рациональным использованием материала, что весьма актуально для любого предприятия. Кроме того, бурный рост сегмента производства металлоконструкций создал дополнительные тренды для развития: раскрой, резка, фрезерование и свер-



В ГОРОДЕ РИНО (RENO, ШТАТ НЕВАДА, США) СЛЕВА НАПРАВО: АЛЕКСАНДР ЛИФЕРОВ, АЛЕКСЕЙ БРАГИН – ДИРЕКТОР КОМПАНИИ “БМИ-КРОН ИНЖИНИРИНГ”, МАРИЯ КУЧЕРЯВЫХ – НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА САПР ЗАО “ЛО ЦНИТИ”.

ление профиля и труб, связь с ERP-системами.

Что касается сегмента механообработки, то мы в свое время приостановили разработку по причине нехватки ресурсов, так как листовая обработка стояла на первом плане. К тому же на рынке механообработки было достаточно много предложений различных САМ-систем. Вкладывать ресурсы в данный сегмент в тот период мы посчитали нерентабельным.

В продуктовой линейке компании сразу несколько САМ-систем: ТЕХТРАН, ESPRIT и САМ от Autodesk. Как они уживаются между собой?

Это разные сегменты. ESPRIT — успешный проект, это относительно новая система на российском рынке, быстро развивающаяся. Система, которая уже в начальной стадии получила преимущества по отношению к патриархам этого рынка, например, к системе Mastercam. Компания DP Technology очень доброжелательная компания, серьезно относится к своей дилерской

сети, проводит обучение и идет навстречу своим партнерам. Например, она очень чутко отнеслась к ценовым изменениям на российском рынке и предоставила все возможности партнерам, чтобы они могли в этих тяжелых условиях извлекать прибыль. Это позволило в 2015 году не провалиться по продажам и сохранить свои позиции на рынке.

ТЕХТРАН также имеет своих приверженцев, так как находится на рынке много лет, но не занимает ту функциональную нишу, в которой находится ESPRIT с его мощной 5-ти осевой фрезерной обработкой, токарной-фрезерной и многозадачной обработкой. У ТЕХТРАНа нет такого функционала, но существует множество предприятий, у которых обычные 2,5-координатные станки, несложные токарно-фрезерные. Кроме этого, российское станкостроительное производство потихоньку начинает поднимать свою голову и несложные станки начали поставляться на отечественный рынок, а так как стоимость станков достаточно невысокая, то ясно, что

В РЕДКУЮ МИНУТУ
ОТДЫХА. НА ВОЗВЫ-
ШЕННОСТЯХ СЪЕР-
РА-НЕВАДА, США.



покупать систему к станку, которая стоит в несколько раз больше ТЕХТРАНа — не совсем оправданно. Конечно, предприятие будет искать более дешевые системы, тем более, если этот станок не требует, например, 5-осевой обработки. В данный момент к нам обратилось предприятие из Фрязино. Они стали делать электроэрозионные станки, и эти станки стоят до двух миллионов (рублей). Ясно, что они обратились к нам, потому что брать в качестве OEM модуля к данным станкам любой импортный софт — это будет очень большая составляющая в стоимости станка, и, конечно, он будет неконкурентоспособен. Какой станок — такой и САМ. Но если у вас станок DMG, Mori или Mazak, то там уместен ESPRIT.

Что касается Inventor HSM, то мы будем избегать конфликта интересов. Продажей HSM занимается отдельная команда, которая занимается продажей Inventor. Ресурсы команды ТЕХТРАНа и ресурсы команды ESPRIT не будут использоваться для этого. Этот бизнес будет успеш-

ным, если он не будет конкурировать с остальными. Это аксиома. Так же, как команды у Autodesk и Tekla разные, и никакого влияния одной команды на вторую нет. Например, ни у кого не возникнет соблазна продать продукт Autodesk, который дешевле и который имеет схожие параметры с продуктом Tekla, чтобы только сделать продажу. Нет, такого не должно быть. В бизнесе каждый делает свое дело. Но рынок Inventor HSM — это рынок Inventor. Те компании, которые приобретают Inventor, будут более мотивированы приобрести именно этот САМ.

На сегодняшний день ТЕХТРАН является, пожалуй, самым популярным российским решением для раскроя листового металла. Тем не менее, фрезерный, токарный и электроэрозионный модули не добились такого успеха. Планируете ли вы дальнейшее развитие всего семейства программных продуктов ТЕХТРАН или в условиях жесткой конкуренции на рынке САМ

предпочтете сфокусироваться только на модуле для раскроя?

Сейчас мы решили инвестировать в разработки того сегмента программного обеспечения, который касается токарной, фрезерной, электроэрозионной обработки. Известно, что «НИП-Информатика» и АСКОН объединили свои усилия с целью разработать САМ-систему для механообработки, которая будет создана полностью из отечественных программных компонентов. В прошлом году мы приняли решение ориентироваться не на ядро Parasolid или ACIS, а построить и усовершенствовать свои разработки для механообрабатывающих станков на базе ядра СЗД компании АСКОН. В ближайшее время мы планируем анонсировать выход этого программного обеспечения на Российский рынок. Мы рассчитываем, что он займет свою достойную нишу в связи с тем, что это отечественные разработки, и при сопоставимом, в общем, качестве и по сопоставимому функционалу они будут решать проблемы многих компаний в России, которые не в состоянии приобретать дорогостоящее импортное программное обеспечение. Конечно, мы не будем двигаться в область многоосевой обработки, потому что это достаточно дорогостоящее решение, и это поле останется у компаний, которые уже преуспели в этой области, тем более, что такой обработки требуется не очень много.

Дилерская сеть ТЕХТРАН насчитывает по нашим данным 15 компаний. Как

удалось выстроить такой канал продаж?

Дилерская сеть ТЕХТРАНа сейчас, в основном, это производители оборудования: станков для газовой, лазерной, плазменной резки. Мы разработали специальную версию системы для резки поролона. Наш дилер — производитель этих уникальных станков находится в Белоруссии и станки с программным обеспечением отправляются даже за рубеж. Если говорить о продажах, то мы сами продаем около тридцати процентов, остальной доход мы получаем от продаж через партнерскую сеть.

В вашей продуктовой линейке есть САМ-система ESPRIT, которой вы стали заниматься в 2010 году, после длительного периода работы с Mastercam. Теперь, спустя 5 лет, вы не жалеете о разрыве с CNC Software и как вы оцениваете результаты сотрудничества с DP Technology?

Жалуют, как правило, о том, что было хорошо и по каким-то причинам утеряно. На самом деле, с CNC Software (США) мы не разрывали, так как напрямую с ними не работали. И это, на наш взгляд, ошибка CNC Software, что они не работали с российскими партнерами напрямую. Исторически они выбрали в качестве партнера компанию COLLA (Латвия), которая отвечала за продажи в России. К сожалению, работать с COLLA было трудно, так что мы прекратили с ними отношения. Компания CNC Software не хотела ничего менять, а работать через посредника нам было не к лицу. К тому

моменту, когда отношения прекратились, наша команда Mastercam по своему составу и компетенции не уступал компании-посреднику.

Правда, американцы бывают разные. Американцы из DP Technology нас поняли.

Уже шесть лет мы успешно работаем с DP Technology и благодарны им за поддержку и доверие.

Вы, несомненно, знаете о ежегодных рейтингах мирового рынка от компании CIMdata. Знакомы ли вы с обзором российского рынка САМ-систем, подготовленного изданием «Планета САМ»?

Да, я читал. Интересная статья. Внимательно ознакомился с обзором, цифрами и диаграммами. Судя по опыту, по общению со специалистами в данной области, и по той информации, которую я имею, он весьма и весьма адекватен.

Сколько сейчас сотрудников у «НИП-Информатика» и какая структура компании?

Всего у нас в компании около 50 человек. «НИП-Информатика» отличается от многих компаний именно тем, что она не построена по принципу продаж. Может быть это и недостаток, хотя компания продает достаточно много. Мы работаем по принципу входящих звонков.

Деятельность менеджеров и технических специалистов состоит в том, чтобы сделать компанию и ее решения известными широкому кругу специалистов. Так как предоставляемые решения дорогостоящие и наукоемкие, то

для такого спектра продукции применяются различные технологии. Другая особенность — это работа с ключевыми компаниями в различных сегментах рынка. Это компании, которые обеспечивают 80% прибыли. По классической схеме: 20% компаний обеспечивают 80% прибыли. Мы уделяем серьезное внимание ключевым компаниям, которые обеспечивают основной объем продаж. Сюда входят их обучение, поддержка, а также постоянная работа с этими компаниями. Мы должны им помогать в эффективном использовании предоставляемых решений и окупать инвестиции.

Участвуете ли вы лично в процессах разработки или продажах? Насколько легко вы делегируете полномочия?

В последнее время в продажах и в разработке я не участвую. Разработки, которые были инициированы, касались ТЕХТРАНа, и новых решений. Сейчас пока нужно переварить то, что есть. Мы набрали уже достаточный набор разработок, и основная работа идет по их выводу на рынок. Вот, например, ТЕХТРАН — Штамповка для координатных прессов: сейчас мы работаем с компанией «Абамет», которая планирует поставлять под своей торговой маркой станки для штамповки. Рассматривается поставка OEM лицензий ТЕХТРАНа для координатных прессов под названием ТЕХТРАН — Штамповка. Работа близится к завершению. Это наш новый проект. Мы получаем неплохой фидбэк (feedback —

обратная связь) от компании «Абамет», и надеемся, что на российский рынок выйдет программно-аппаратный комплекс, состоящий полностью из отечественных комплектующих. Это интересно.

Второй проект — это ТЕХ-ТРАН на базе геометрического ядра С3D компании АСКОН.

Что касается полномочий, то здесь нет проблем. Каждый руководитель департамента знает свои задачи и цели. Так что каждый занимается своим делом. Когда возникают сложные проблемы, то обсуждаем их с целью найти решение. Жизнь показывает, что обсуждение — это как закручивающаяся спираль: с каждым кругом обсуждения появляется все более взвешенное решение.

За годы работы компании «НИП-Информатика» о каких запомнившихся или курьезных моментах, связанных с развитием самой компании или поставкой программного обеспечения вы можете вспомнить?

Курьезных случаев было много. Конечно, наиболее запоминающиеся эпизоды — это когда клиенты расплачивались за наше программное обеспечение и услуги бартером: часами, стиральными машинами, телевизорами, оберточной бумагой, швейными машинами и оверлоками. После этого мы из продавцов софта превращались в продавцов того, что нам отдали. Мы научились продавать. Оборачиваясь назад, можно улыбнуться, хотя, действительно, это было время испытаний.

Другой курьез, связанный с

развитием компании очень интересен. В процессе развития мы заключали партнерские соглашения со многими компаниями, например: Image Systems (растровые технологии), Softdesk (архитектура, инфраструктура, инженерные сети), Blue Ridge (инженерный анализ). С течением времени все названные компании были поглощены компанией Autodesk. Хотя для нас это создавало определенные проблемы, но оставалось понимание, что и мы, и Autodesk выбрали правильный вектор развития.

Какие основные награды и достижения компании вы можете назвать?

Мы получали много наград. Почти каждое новое направление, которое мы ставили на рельсы, через год-два становилось успешным, и нам вручали награды в одной из номинаций.

Но главная награда — это любимая работа. Наградила жизнь тем, что работа меня нашла. Ну и семья. Это две награды, которые со мной по жизни: семья и работа.

Некоторые говорят, что смена профессии — это одно из необходимых условий развития. Мне кажется, что можно, не меняя профессии, совершенствовать бизнес, обновлять его и идти вперед, каждый год ставить новые рубежи и преодолевать их. Тогда жизнь не становится однообразной, а наоборот, создается ощущение, что ты посадил дерево, и к этому дереву прирастают новые деревья, выросшие из маленьких желудей — так и вырастает лес.

Сейчас «НИП-Информатика» является одной из

лидирующих компаний в России как в области автоматизации машиностроения, так и в области промышленного и гражданского строительства. Кроме этого, у нас есть собственные разработки, что является очень большой редкостью в настоящее время. В России немного компаний, которые ведут разработки в области САПР: АСКОН, Нанософт, СПРУТ-Технология, АДЕМ, Топ Системы — можно пересчитать по пальцам.

Какими достижениями компании вы гордитесь больше всего?

Главное достижение состоит в том, что компания пережила все эти трудные времена и занимает достойное место на российском рынке. И, несмотря на кризисы, а она прошла этот жизненный путь и не потеряла ни кадров, ни технологий, и из маленькой компании превратилась в многогранную компанию с сильным инженерным персоналом и менеджментом. Вот и все, это я считаю достижением.

Собираетесь ли вы отмечать 25-летие компании?

Да, коллеги уже напомнили мне. Я как-то об этом не думал, но считаю, что такой почин надо поддерживать. Остается дело за малым — назначить дату этого события и формат его проведения.

Александр Александрович, благодарим вас за уделенное время и увлекательную беседу! ■

Компания «СПРУТ—Технология» объявила об официальном выпуске SprutCAM 10. Новая версия включает в себя множество новых функций, усовершенствований и улучшений: операции «3D смещение» и торцевого фрезерования, высокоскоростная обработка, «живая» траектория, поддержка аддитивного мо-

делирования и моделирования покраской, стратегии резки ножом, лазерная сварка 5D, встроенный импорт из самых популярных CAD-систем, контроль столкновений и многое другое.

Ознакомиться подробнее со списком нововведений и улучшений вы сможете на сайте www.sprut.ru.

Компания Delcam выпустила новую версию своего программного обеспечения PartMaker для программирования фрезерных, токарных и электроэрозионных станков, многофункциональных токарно-фрезерных обрабатывающих центров и автоматов продольного точения. PartMaker 2016 меняет правила игры в области CAM-решений, предлагая беспрецедентный уровень мощности и простоты использования.

PartMaker 2016 включает в себя большое количество новых возможностей. Основные возможности PartMaker 2016: самые мощные

стратегии 2,5-осевой фрезерной обработки из всех, которые можно найти на рынке CAM; поддержка импорта нескольких твердотельных моделей в один файл CAM-проекта PartMaker; поддержка технологии протяжки, ускоренное 2D черчение в CAD, выбор траектории инструмента и т. д.

В дополнение к этим нововведениям PartMaker 2016 включает в себя более пятидесяти новых функций и улучшений.

Подробные сведения о новых возможностях вы можете найти в учебной зоне PartMaker 2016: www.delcam.tv/pmk2016/lz/.

Свежий релиз Edgescam включает в себя новый быстрый 3D просмотрщик файлов, который открывает 3D CAD файлы и помогает оценить их качество без необходимости иметь CAD-программу, в которой был создан файл.

Edgescam PartXplore был разработан для быстрого и эффективного импорта и анализа файлов всех типов. Зачастую открытие файла занимает меньше половины времени по сравнению с открытием его в исходной CAD-программе.

Пользователи могут строить виртуальные унифицированные прототипы или 3D модели,

импортированные из различных форматов файлов, включая форматы Catia, Parasolid, SolidWorks, Solid Edge, STEP, IGES и многие другие. Приложение сохраняет исходные CAD данные в собственном облегченном формате, что позволяет инженерам использовать такую информацию, как расчеты площадей поверхностей и объемов, измерения толщины, размеров и углов без необходимости иметь оригинальные CAD данные. Все это позволяет пользователям с легкостью обмениваться 3D деталями и сборками без необходимости иметь CAD-программу, в которой они были созданы.

Корпорация MecSoft, разработчик CAD/CAM-решений, объявила о выходе новейшей версии интегрированной CAM-системы RhinoCAM 2016 для Windows версии Rhinoceros 5.0.

RhinoCAM 2016 включает в себя четыре модуля CAM: RhinoCAM-MILL, RhinoCAM-TURN, RhinoCAM-NEST, и RhinoCAM-ART, каждый из которых работает внутри Windows версии CAD-системы Rhinoceros 5.0 и может быть лицензирован независимо от других.

«RhinoCAM 2016 это улучшенная версия нашего CAM-решения, которое постоянно превышает ожидания наших пользователей.

С учетом акцента в этом релизе на автоматизации программирования задач параллельно с работой по улучшению методов создания траекторий, мы гордимся выпуском этого программного продукта для наших клиентов», — заявил Джо Ананд, президент и главный исполнительный директор корпорации MecSoft.

Конференция дилеров SprutCAM 2015

АЛЕКСАНДР ГРОШЕВ

**ЮРИЙ ВИШНЕВСКИЙ,
ДИРЕКТОР ПО
ПРОДАЖАМ И
МАРКЕТИНГУ
КОМПАНИИ
СПРУТ-ТЕХНОЛОГИЯ
ПРИВЕТСТВУЕТ
ГОСТЕЙ И ОТКРЫВА-
ЕТ МЕРОПРИЯТИЕ.**

**ВЫСТУПЛЕНИЕ
ЛИВИО ПЕТИТТИ,
ГЕНЕРАЛЬНОГО
ДИРЕКТОРА SINTESI.**

Со 2 по 4 ноября в городе Франкфурт-на-Майне прошло собрание реселлеров системы SprutCAM. Это уже четвертое подобное мероприятие, которое организует компания СПРУТ-Технология за последние 5 лет. На встречу, которая проходила в здании европейского офиса компании, собрались 27 представителей дилерской сети системы SprutCAM из европейских стран, а также Турции и Бразилии. Основной целью встречи была презентация SprutCAM 10 и выработка направления дальнейшего развития системы с учетом потребностей региональных рынков. Открыл мероприятие директор по продажам и маркетингу компании СПРУТ-Технология Юрий Вишневский. В своем докладе он сообщил собравшимся о результатах работы фирмы за последний год, а также о планах по продвижению продукта. По результатам 2015 года ожидаются продажи более 600 коммерческих лицензий системы SprutCAM. Дилерская сеть компании насчитывает в настоящее время 83 центра по всему миру. Рост объема продаж и выручки составил 35%. Более 300 новых станков продается вместе со



SprutCAM ежегодно. Наши партнеры ежегодно принимают участие более чем в сорока мероприятиях, выставках, «дней открытых дверей» и т.д., где демонстрируются возможности SprutCAM. В настоящее

время в мире более 4000 коммерческих и более 3000 университетских пользователей SprutCAM. Наиболее быстро растущим регионом является Юго-Восточная Азия, Китай и Индия. На этих рынках на-



блюдается взрывной характер роста по количеству реселлеров и продаж. От имени итальянской компании Sintesi выступил генеральный директор Ливيو

Петитти. Его компания является старейшим дистрибьютором СПРУТ-Технологии. Он доложил о росте продаж в своем регионе, рассказал о маркетинговых мероприятиях

по продвижению продукта, а также об своих наиболее значимых покупателях. Приятно сознавать, что в число наших клиентов входят изготовители автомобилей Bugatti и Ferrari. Яркую и очень интересную презентацию провел Андреас Райтц — основатель и руководитель компании Datentechnik Reitz. Его компания на протяжении последних 6 лет является лучшим продавцом SprutCAM в Европе. Это не удивительно, поскольку Германия с одной стороны является самым развитым, объемным и богатым европейским рынком САМ-систем. С другой стороны немецкие покупатели самые требовательные, а конкуренция здесь максимально жесткая. Андреас поделился с коллегами рецептами своего успеха, провел анализ конкурентов и выделил сильные стороны системы SprutCAM, которые позволяют успешно с ними справляться. Его доклад смело можно назвать подробной инструкцией по продвижению системы.

В этом году впервые на ежегодном семинаре была представлена Латинская Америка. Своими впечатлениями и опытом работы поделился Бруно Граппежиа, технический специалист компании Comas из Бразилии. Эта фирма вошла в семью продавцов SprutCAM всего около года назад. За этот год они показали просто впечатляющие для новичка результаты по объемам продаж. Их успехи опираются на многолетний опыт дистрибуции таких систем как Delcam и Mastercam. Со слов Бруно, выбор системы SprutCAM прагматичен, практичен и компетентен. Действительно,

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ
АНДРЕАСА РАЙТЦА,
ОСНОВАТЕЛЯ И РУКОВОДИТЕЛЯ КОМПАНИИ DATENTECHNIC REITZ.**

**ДОКЛАД БРУНО
ГРАППЕЖИИ, ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА КОМПАНИИ COMAS ИЗ БРАЗИЛИИ.**

**ВЫСТУПЛЕНИЕ АЛЕКСАНДРА ГРОШЕВА,
РУКОВОДИТЕЛЯ ОТДЕЛА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ SPRUTCAM.**

УЧАСТНИКИ МЕРОПРИЯТИЯ.



при схожих функциональных возможностях SprutCAM имеет существенное ценовое преимущество, что опытный специалист по САМ системам не мог не заметить. Докладчик так же подчеркнул, что для них очень важным критерием выбора системы являлось наличие функциональных возможностей по программированию промышленных роботов, и они не ошиблись в выборе, поскольку SprutCAM в этом плане значительно превосходит конкурентов.

В технической секции мероприятия выступал Александр Грошев, руководитель отдела разработки системы SprutCAM. Доклад посвящался новым возможностям SprutCAM 10. Это был своего рода отчет перед дилерами о том, что было разработано в течение 2015 года. Для компании СПРУТ-Технология год был действительно удачным. В течении последних трех лет увеличился штат разработчиков, выросла квалификация молодых специалистов. В настоящее время в работе по теме SprutCAM задействованы 15 программистов, не считая службы технической поддержки и маркетинга. Все это не замедлило сказаться на тем-

пах разработки. В 2015 году в системе появилось более 10 новых операций. Были существенно улучшены 8 стратегий для фрезерования, расширены возможности геометрического ядра, обеспечена поддержка импорта геометрических моделей из 3 новых форматов, были актуализированы более 10 аддинов для прямого импорта из самых различных САМ-систем, существенно улучшен инструментарий для программирования промышленных роботов, модернизирован пользовательский интерфейс и добавлены сетевые сервисы для поддержки клиентов. Собственно говоря, на детальном изучении всех этих возможностей строилась работа конференции в последующие два дня. Всего было сделано 20 технических презентаций. Здесь мы остановимся лишь на наиболее ярких моментах. Первое нововведение это возможность прямого импорта геометрических моделей из файлов в формате Parasolid Solidworks и SolidEdge. Чтение файлов выполняется системой самостоятельно и быстро. Не требуется никаких дополнительных лицензий. Эта, банальная на первый взгляд, возможность решает

большое количество проблем пользователей.

Высокоскоростная обработка — пожалуй, одна из самых наиболее модных тем последних выставок по машиностроению и металлообработке. Эта технология позволяет в разы увеличить производительность черновой обработки, за счет специальной траектории, обеспечивающей равномерную нагрузку на режущий инструмент. Теперь эта технология поддерживается в SprutCAM в операциях «обработка торца» и «черновая послойная». Нужно отметить, что в отличие от конкурентов, которые приобретают программные модули сторонних разработчиков, это наше собственное решение. Упор на собственные разработки является приоритетом компании СПРУТ-Технология. Такая политика развития обеспечивает устойчивость и технологическую независимость.

Следующая возможность, а именно динамический предпросмотр траектории, произвела настоящий фурор среди собравшихся специалистов. Суть функциональности заключается в том, что пользователь может видеть эскиз траектории, а также все зоны,

которые будут обработаны, в процессе редактирования параметров операции в режиме реального времени. Это действительно неплохая задача для нескольких тысяч вычислительных ядер, которыми обладает практически любая современная бюджетная видеокарта.

Огромный интерес публики вызвала гибридная обработка, реализованная в новой версии SprutCAM. Под гибридной обработкой понимается комбинация аддитивных операций и классических операций обработки резанием. Для достижения этого в SprutCAM были добавлены аддитивные операции, а также реализовано их полноценное моделирование.

Нужно отметить, что все эти и множество других новых стратегий обработки, демонстрировались не только применительно к станкам с ЧПУ, но

и применительно к промышленным роботам. Более 40% присутствовавших дилеров были заинтересованы именно в продвижении SprutCAM для робототехники.

Общеизвестно, что одно из основных применений промышленных роботов — это сварка. В SprutCAM 10 добавлена новая операция для программирования сварки. Она позволяет путем простого указания ребра или кривой на геометрической модели получить траекторию движения робота. При этом рабочий орган робота автоматически будет позиционироваться на оптимальном удалении от объектов, с которыми возможно столкновение.

Не менее любопытными являются новые операции для резки ножом. В отличие от вращающегося инструмента нож требует все 6 степеней свобо-

ды для своего позиционирования. Соответственно оборудование должно обеспечивать управляемое перемещение по 6 координатам одновременно.

Практически все промышленные роботы удовлетворяют этому требованию, а в случае 5-ти координатного фрезерного станка управляемым должен быть поворот шпинделя.

В заключительный день всем участникам мероприятия в торжественной обстановке были вручены сертификаты и сувениры с фирменной символикой. После чего началась конструктивная техническая дискуссия о путях дальнейшего развития SprutCAM. Подробности о результатах этой дискуссии Вы узнаете через год, когда выйдет очередная версия системы. ■

Как зарегистрироваться

Для регистрации необходимо направить заявку до **1 февраля 2016 г.**

- По E-Mail: konf@sprut.ru (495) 181-00-13, 8-800-775-84-22 (бесплатно по РФ)
- По телефону: (495) 181-00-13, 8-800-775-84-22 (бесплатно по РФ)
- По интернету: www.sprut.ru

В заявке необходимо указать:

- Наименование предприятия
- Фамилию Имя Отчество
- Должность
- Контактную информацию



СПРУТ-Технология
SPRUT technology



Московский государственный
технический университет
им. Н.Э. Баумана

Как проехать



г. Москва

МФТУ им. Баумана

ул. 2-я Бауманская

ул. Бауманская

ул. Саввинский

ул. Лыжников

Бауманская

ПРИГЛАШЕНИЕ

на 13-ю ежегодную конференцию

Эффективные методы автоматизации технологической подготовки и планирования производства

Место встречи

Сбор участников **3 февраля** (1 день) с 9⁰⁰ до 9³⁰
4 февраля (2 день) с 9⁰⁰ до 9³⁰

возле 1-ой проходной МФТУ им. Н.Э. Баумана

На конференцию приглашаем:

- Руководителей предприятий
- Технических директоров, директоров по производству
- Руководителей и сотрудников отделов:
 - технологических (ОГТ);
 - разработки УП для станков с ЧПУ;
 - трудового и материального нормирования;
 - планово-экономических и диспетчерских (ПДО, ПЭО);
 - информационных технологий (АСУ, ОИТ)
- Начальников производств и цехов

3 - 4 февраля 2016 г.
МФТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Оргкомитет

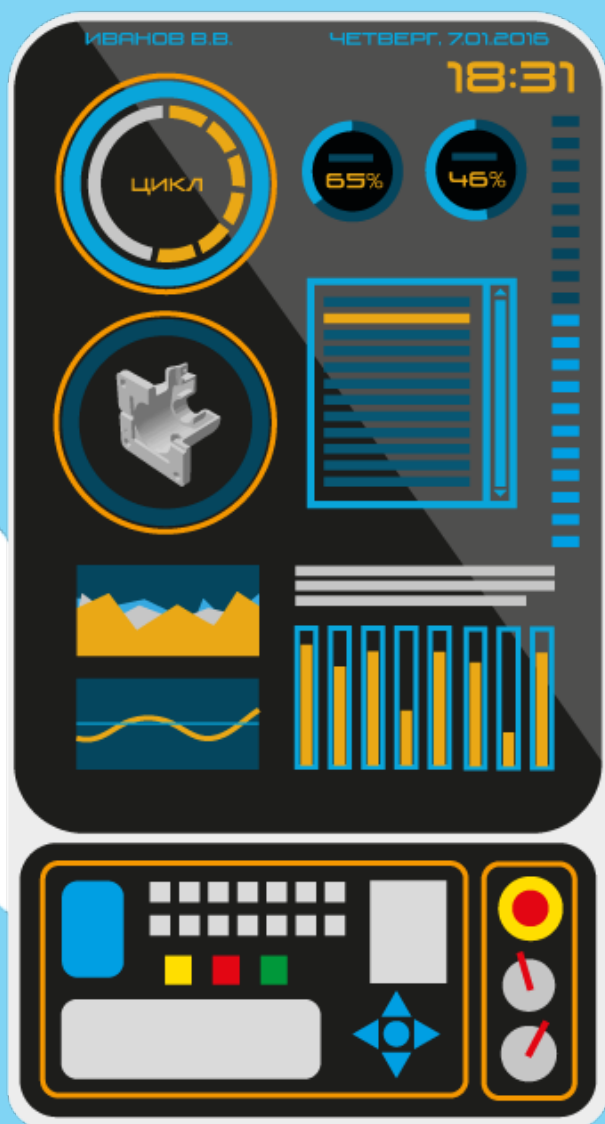
тел. (495) 181-00-13,
8-800-775-84-22 (бесплатно по РФ)
E-mail: konf@sprut.ru
www.sprut.ru
МАМА 2016.11.11



2020



БУДУЩЕЕ САМ-СИСТЕМ



ДАВАЙТЕ ПОРАССУЖДАЕМ О НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ, РЫНКА И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ И ПОСТАРАЕМСЯ
ПРЕДУГАДАТЬ, КУДА ЭВОЛЮЦИОНИРУЮТ САМ-СИСТЕМЫ
К 2020 ГОДУ.

БУДУЩЕЕ САМ-СИСТЕМ

АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

Введение

В начале 2000-х, когда отечественные промышленные предприятия начали активно заменять изношенное и морально устаревшее металлообрабатывающее оборудование на современные, в основном импортные станки с числовым программным управлением (ЧПУ), мне приходилось довольно много времени проводить в командировках, обучая будущих технологов-программистов и участвуя в проектах внедрения CAD/CAM-систем. Часто возникали курьезные ситуации, связанные с непониманием заводчанами современных ЧПУ-технологий и принципов работы в САМ. Вспоминается случай, когда начальник производства одного из предприятий сразу же после завершения пуско-наладки оборудования высказал идею о том, что теперь достаточно “скормить” чертеж станку, который без посторонней помощи “выдаст” готовую деталь. Сегодня приходит осознание, что та мысль была не такой уж наивной или фантастической. Вычислительные возможности современных стоек не уступают мощным

персональным компьютерам, постоянное подключение к глобальной сети обеспечивает удаленную диагностику, а программное обеспечение предлагает небывалый уровень автоматизации и скорости разработки управляющих программ (УП). Давайте порассуждаем о направлении развития технологий, рынка и возможностей программного обеспечения (ПО) для станков с ЧПУ и постараемся предугадать, куда эволюционируют САМ-системы к 2020 году.

При подготовке к написанию статьи мне пришлось поразмышлять над форматом подачи материала, и для себя я решил, что, во-первых, необходимо постараться избежать рекламы конкретных программных продуктов и, во-вторых, максимально придерживаться художественного повествования. Разумеется, совсем без упоминания брендов не обойтись, точно также, как нельзя не оперировать определенными терминами и специфическими понятиями, относящимися к производству и САПР, но обещаю ими не злоупотреблять.

Для тех, кому не хватит терпения прочитать статью целиком (надеюсь, что таких окажется немного), предлагаю сразу же перейти к заключительному разделу, содержащему выводы и прогнозы. Данная публикация предполагает, что читатель выразит свою точку зрения в комментариях к статье, согласится или не согласится с мнением автора — для этого на портале planetacam.ru уже действует специальный опрос.

Смена парадигм

Задача по предсказанию будущего САМ не кажется чрезмерно сложной, если применить к ней системный подход. Давайте вспомним, для чего нужна САМ-система, с какими объектами и каким образом связана, на что влияет она и что влияет на нее, какой путь был пройден данным классом ПО за последние 40 лет и над чем работают прямо сейчас R&D департаменты лидеров индустрии.

Согласно классическому определению, САМ (англ. Computer-Aided Manufacturing) — это автоматизированная система,

либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки УП для станков с ЧПУ. Под термином понимаются как сам процесс компьютеризированной подготовки производства, так и программно-вычислительные комплексы, используемые инженерами-технологами. Таким образом, любая САМ-система непосредственно связана с двумя объектами — персональным компьютером и станком с ЧПУ.

В отличие от известной дилеммы курицы и яйца можно однозначно утверждать, что ЭВМ и станок появились раньше, чем инженерное ПО, и, как минимум на начальном этапе они в одностороннем порядке влияли на становление и развитие САМ-систем. Проследив путь эволюции вычислительной техники и производственных технологий и совместив его с данными развития программного обеспечения, можно нарисовать некий вектор в завтрашний день и для САМ. Кроме того, если мы знаем, над какими задачами прямо сейчас трудятся разработчики САМ, то легко спрогнозировать что именно

получат пользователи через 1-2-3 года (то есть к 2018 году), которые обычно требуются для вывода на рынок обновленного продукта или реализации абсолютно нового проекта. Вместе с тем, я не берусь заглянуть за горизонт “2020” и дать реалистичные прогнозы по поводу САМ и софтверных технологий в целом в столь отдаленной перспективе.

Прежде чем приступить к детальному анализу по каждому из основных элементов, “кирпичиков”, из которых построена любая САМ-система, давайте обратим внимание на глобальные тренды, оказывающие влияние на все рассматриваемые предметные области разом.

Сегодняшний день обещает нам в самое ближайшее будущее воплощение концепции Industry 4.0 («Промышленность 4.0»). Для справки: первой версией «Промышленности» считается изобретение механических устройств, второй — налаживание массового производства, третья версия принесла электронику и автоматическое управление, ну а «Промышленность 4.0» основывается на межмашин-

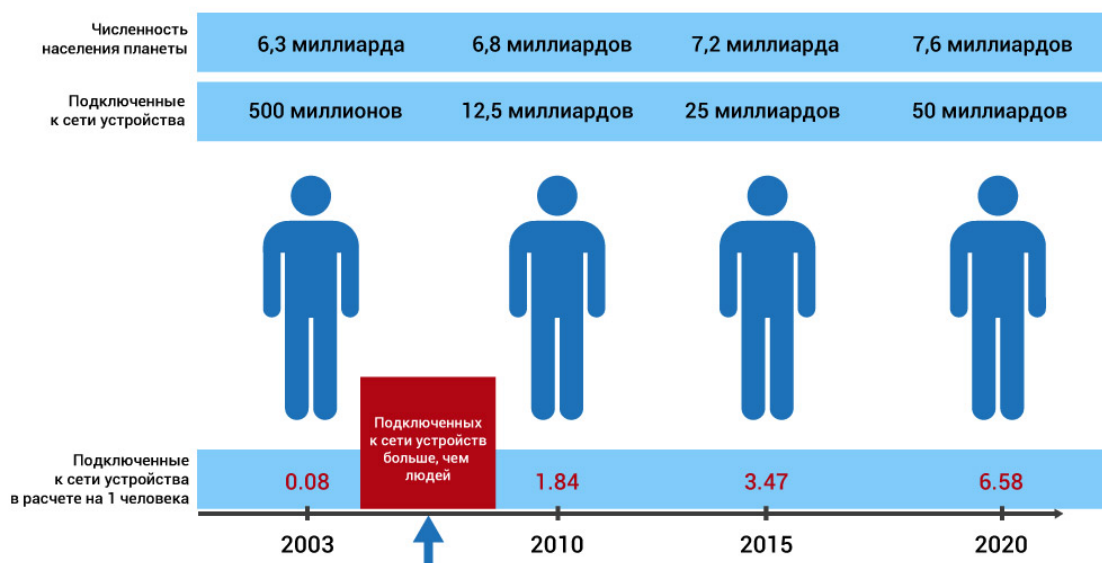
ных (M2M) коммуникациях — между продуктами, системами и машинами.

Разрабатываемая инфраструктура подразумевает не только автоматизацию процессов на локальном производстве, но и более глобальное понятие — «интернет вещей», когда не только компьютер или смартфон, но вообще каждый прибор, начиная от кофе-машины в офисе и заканчивая холодильником дома, подключен к интернету. Машины и устройства смогут обмениваться данными, приобретут способность понимать свое окружение и общаться по интернет-протоколу. То есть каждый рабочий объект станет сам определять, какую работу необходимо выполнить для производства. Данный подход ведет к изменению парадигмы в отрасли — к продуктам, которые сами контролируют производственные процессы и используют встроенные датчики для мониторинга, что позволяет немедленно предпринимать необходимые действия в случае каких-либо отклонений от нормы. Ключевая часть концепции — информация, встраиваемая в продукт по мере его продвижения по стадиям производства, и позволяющая реализовать полностью гибкое «производство на заказ». Переходя к описанию следующего тренда, оказывающего влияние на производство, хочу отвлечься и привести пример из жизни. Уверен, что большинство из вас помнит — еще 7-10 лет назад при выборе мобильного телефона первым делом мы обращали внимание на его марку,



ЭТАПЫ И ДРАЙВЕРЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ
РЕВОЛЮЦИИ.

КОЛ-ВО ПОДКЛЮЧЕННЫХ К СЕТИ УСТРОЙСТВ ДАВНО ПРЕВЫСИЛО ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПЛАНЕТЫ.



бренд, а не на операционную систему. Сегодня, приходя в магазин за смартфоном, нас больше интересует не чем он работает — Android или iOS? На презентации автомобиля вы скорее услышите о мультимедиа-возможностях и электронных помощниках водителя, чем получите информацию о его конструкции или времени “набора до сотни”. Эволюция сложности устройств приводит к тому, что достигая определенного уровня, роль “софта” становится важнее и заметнее роли “железа”. Более того, с момента пересечения “цифрового рубежа” программное обеспечение начинает непосредственно влиять на развитие электронных устройств

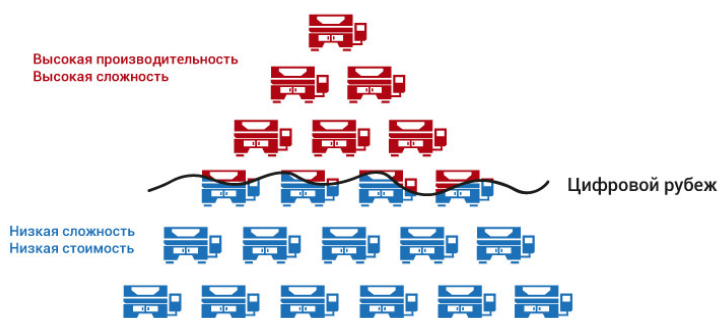
и машин. Станки становятся все более технологичными и производительными и, я уверен, что не за горами тот день, когда при выборе станка большую роль начнут играть не его геометрические, динамические и конструкционные характеристики, а программное обеспечение, установленное в его же систему ЧПУ. Что касается разрабатываемого функционала программных продуктов и маркетинга САМ-систем, то хочется отметить следующие особенности:

- Если в конце 20 века функционал и окружение программного продукта играли важную роль, то в начале 21 века стремление потребителя получить

большую степень автоматизации и опыта сместили акценты при разработке функционала;

- В 2000-х годах маркетинговая стратегия вендоров САМ подразумевает тесное партнерство с производителями и поставщиками станков с ЧПУ. Поставляются “наборы”: станок + CAD/CAM-система + режущий инструмент и приспособления, либо “решение для обработки одной детали”: станок + управляющая программа + набор инструментов для обработки конкретной детали;
- Новый тренд: полное решение, система “под ключ”: заказчики хотят получить знания и опыт для производства множества различных деталей в пределах одной специализации (отрасли);
- Даже несмотря на появление облачной САМ системы на базе Fusion 360 от Autodesk и работающей в браузере CAD-системы Onshape нельзя сказать,

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ “ЦИФРОВОГО РУБЕЖА” СДВИГАЕТ ПРИОРИТЕТ ЦЕННОСТЕЙ В СТОРОНУ ПО





что разработчики САПР ринулись переносить свои инженерные разработки в облака. Наиболее перспективная для них тема в ближайшем будущем — это размещение в облаках баз данных, например, режущего инструмента, технологий, виртуальных моделей станков и оснастки;

- Базовые уровни САМ-систем становятся бесплатными или условно-бесплатными. Так, Autodesk предлагает HSMXPRESS и Inventor HSMExpress для 2.5-осевой обработки совершенно бесплатно (требуется соответствующая CAD-система). Основная прибыль вендоров будет достигаться за счет годовой под-

держки (SMC) или подписки, а также продаж САМ и специализированных решений в высокотехнологичных областях, к которым относятся, в том числе, токарно-фрезерная, многозадачная и многоосевая обработка.

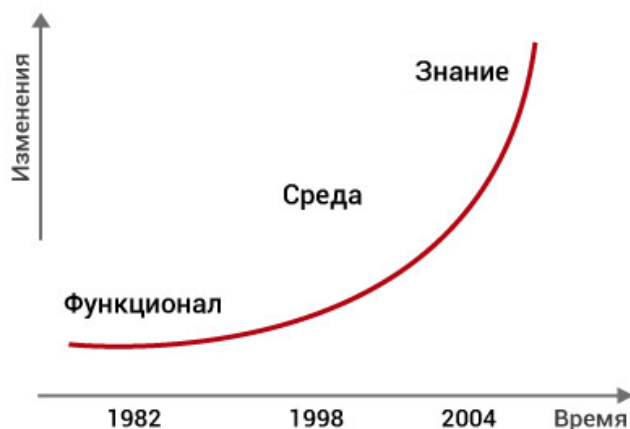
Резюмируя вышесказанное: системы становятся сложнее внутри, но одновременно более доступными и простыми в использовании, автоматизированными и даже самообучающимися. Программное обеспечение, знания и опыт являются драйверами новой промышленной революции и уже непосредственно влияют на эволюцию технологий механической обработки и ЧПУ. Интернет и облачные решения, как проводники

знаний и опыта, также начинают играть активную роль в развитии САМ-систем.

Железо

Глядя на последние модели стоек ЧПУ, трудно отделаться от мысли, что это не планшетные компьютеры. Тонкий корпус, тач-интерфейс, модная графика, симуляция обработки, возможность интеграции с MES/ERP, сервисная диагностика через интернет и встроенные САМ-системы — все это не только демонстрируется на международных выставках, но при желании может работать на вашем производстве уже сегодня. Разработчики систем ЧПУ активно перенимают опыт компаний Google и Apple и создают собственные экосистемы, аккумулирующие различные приложения, например, для управления инструментом или мониторинга энергоэффективности.

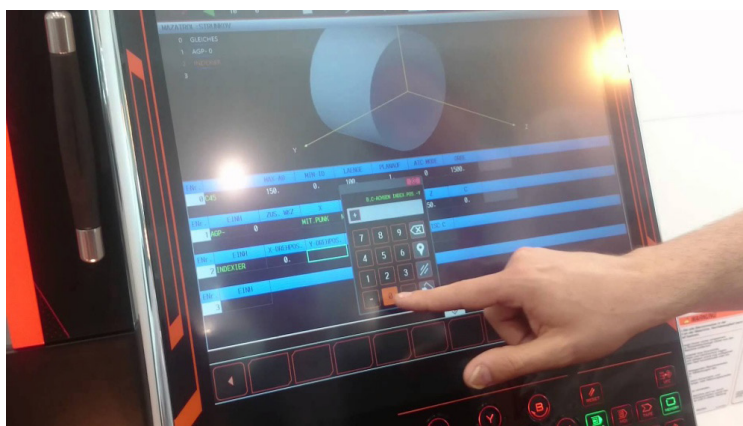
Складывается ощущение, что лет через 10 станки действительно будут способны самостоятельно разрабатывать УП по загруженным в них 3D моделям деталей. Ведь для этого достаточно встроенной в систему ЧПУ станка САМ-системы, хорошо развитого функционала FBM (Feature Based Machining) или KBM (Knowledge Based Machining), знаний в виде обширных баз инструментов и режимов резания, инструкций (опыта) по применению лучших технологий и методов обработки. И поверьте, что над каждым из перечисленных элементов уже ведется работа.



С ОПРЕДЕЛЕННОГО МОМЕНТА АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ, "ЖЕЛЕЗО" СТАНОВИТСЯ ПРЕДМЕТОМ ПОТРЕБЛЕНИЯ, ВЫБОР ПРОДУКТА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ КОМБИНАЦИЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ЗНАНИЙ И ОПЫТА.

ПОЛЬЗОВАТЕЛИ САМ-СИСТЕМ ХОТЯТ ПОЛУЧИТЬ БОЛЬШЕ АВТОМАТИЗАЦИИ, ЗНАНИЙ И ОПЫТА.

СТОЙКА ЧПУ ИЛИ
ПЛАНШЕТНЫЙ КОМПЬЮТЕР?



Понятие “обрабатывающий центр”, характеризующее металлорежущий станок для комплексной обработки различными способами (точением, фрезерованием и др.) начинает оправдывать себя. Доля токарно-фрезерных/фрезерно-токарных станков неуклонно растет, что не может не сказаться на рынке САМ. Проблема заключается в том, что архитектура большинства САМ-систем к началу 2000-х оказалась устаревшей и не готовой к работе с подобным оборудованием. Одни компании принялись переписывать код своих продуктов, другие — покупать готовые решения. В результате сложилась ситуация, при которой найти продукт, сочетающий в одном интерфейсе функционал фрезерной, токарной, токарно-фрезерной, электроэрозионной и обработки на автоматах продольного точения оказалось затруднительно. Если к этому добавить необходимость поддержки различных технологических операций в одном файле обработки, то соответствующие продукты можно пересчитать по пальцам одной руки. В общем, разработчики САМ-систем

по сей день “латают дыры” и работают над совершенствованием архитектуры, которая в будущем позволит спокойно работать с многозадачными станками самой сложной конфигурации.

Все больше востребованы станки с оборотистыми шпинделями и быстрыми подачами, что подразумевает использование высокоскоростной обработки и подталкивает разработчиков САМ-систем к дальнейшему развитию стратегий ВСО.

Появление на рынке гибридных станков, включающих аддитивные технологии, на мой взгляд, приведет к разработке специализированных стратегий и новых модулей в составе САМ-систем — аналогичный подход уже вполне успешно применяется для офлайн-программирования промышленных роботов.

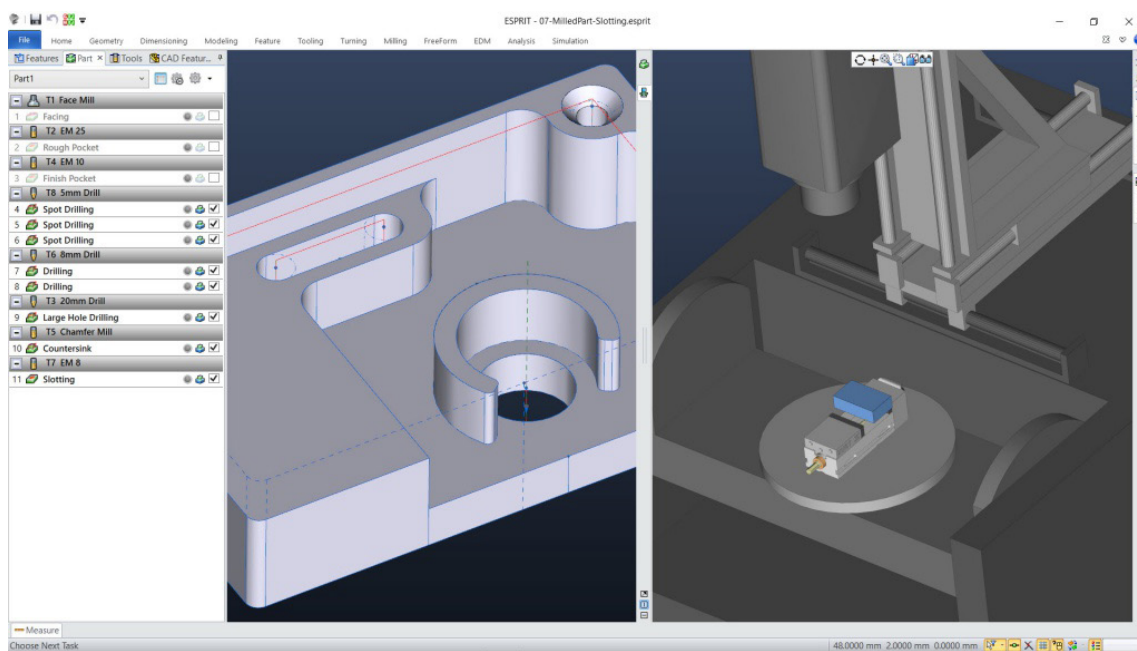
Процесс

В общем случае процесс работы в САМ-системе выглядит линейно. Программист начинает с подготовки геометрии; затем выбирает элементы, подлежащие обработке; после назначает стратегию; определяет параметры операции, режимы резания и инструмент; производит

графическую проверку рассчитанных системой траекторий; запускает постпроцессирование и получает код УП. За годы эволюции САМ этот процесс принципиально не изменился, лишь отдельные его фрагменты подверглись автоматизации или стали более функциональными и интерактивными.

На любом из этапов процесса можно внести корректировки в операцию, например, изменить диаметр инструмента, глубину обработки, количество проходов и запустить пересчет операции с новыми параметрами. Такие итерации могут продолжаться многократно, пока программист и оператор на станке не будут удовлетворены результатом. Проблемы обычно обнаруживаются программистом визуально на этапе верификации, либо непосредственно на станке в процессе наладки или обработки. Ошибки, выявленные на станке, как правило, приводят к более длительным исправлениям, а вызваны они тем, что программист в процессе создания операций обработки не всегда способен учесть нюансы реального производства, например: габариты рабочей зоны, кинематику и динамику станка, расположение заготовки и приспособлений. Кроме того, программист и оператор зачастую взаимодействуют друг с другом лишь на заключительном этапе процесса, когда УП уже передана на станок.

Все возрастающая сложность оборудования и необходимость сокращения времени подготовки УП сподвигла разработчиков САМ-систем на модернизацию устоявшегося процесса. Новый подход заключается в интерактивном использовании



ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ НАЛАДКИ.

станочных данных уже на начальном этапе проектирования операций обработки. Если сейчас программист взаимодействует с трехмерной моделью станка исключительно во время симуляции обработки, то в будущем он сможет производить виртуальную наладку, например, размещать приспособление на столе станка или позиционировать заготовку. Виртуальная наладка непосредственно влияет на принятие решений в процессе создания операций обработки и позволяет, к примеру, понять, хватит ли угла поворота рабочего стола с заготовкой или каким окажется качество поверхности обработанной детали с учетом данных об ускорении и замедлении рабочих органов станка. Еще раз подчеркну, что речь идет не о режиме симуляции обработки, а о процессе, влияющем на создаваемые в САМ-системе траектории. При выборе стратегии обработки система будет способна предупредить, например, о невозможности использования данной страте-

гии, предложить максимально допустимые режимы резания или оценить выбранные, оптимизировать расчеты траектории с учетом кинематики станка (что особенно актуально для 5-ти осевого фрезерования) и, разумеется, помочь избежать коллизий. Более того, операции трансформации (копирование, поворот, смещение) над виртуальной деталью приведут к немедленному пересчету операций обработки.

Происходит движение от исторически сложившейся концепции, при которой программирование в САМ основано лишь на геометрии детали, к концепции, активно использующей кинематическую модель станка при расчете операций обработки. Данные о кинематике и динамике станка будут на начальном этапе вноситься в САМ-систему вручную. Можно предположить, что в дальнейшем, с развитием технологий "интернета вещей", необходимая информация будет поступать в САМ напрямую из оборудования по локальной

сети или черпаться из некоей облачной базы данных.

Интерфейс

Лет 15-20 назад удобство пользовательского интерфейса не было решающим фактором при выборе программного продукта. Ценилась больше функциональность. Это было связано с тем, что программы были не столь функциональны, а инструментарий программиста был не такой мощный. В результате программирование одной функции было огромной работой. Если ваш продукт имел на 2-3 функции больше, чем у конкурента, то у вас были большие шансы на успех.

Сегодня практически любой функционал легко и быстро повторяется конкурентами. Получить длительное по времени конкурентное преимущество можно, внедрив более интеллектуальный функционал, и, как ни удивительно, разработав хороший интерфейс пользователя. Создать удачный интерфейс — это большая работа. Фактически, действительно

РАБОТА
С САМ-СИСТЕМОЙ НА
ПЛАНШЕТНОМ
КОМПЬЮТЕРЕ.



мощный инструмент для создания пользовательских интерфейсов начал появляться совсем недавно.

Интерфейсы инженерных программных продуктов следуют в фарватере эволюции стандартного стиля интерфейса Windows-приложений, которого традиционно придерживаются все разработчики прикладного клиентского ПО. Добрая половина всех существующих на рынке САМ-систем предлагают сегодня Ribbon-интерфейс, аналогичный Microsoft Office.

Не могу сказать, что появление планшетных и компьютеров-трансформеров с сенсорными дисплеями обрело большую популярность и востребованность на современном производстве. Тем не менее, предпринимаются попытки адаптировать процесс работы в CAD и САМ-системах к мобильным электронным устройствам. Примеры работы с Onshape и Edgescam наглядно демонстрируют прогресс в развитии тач-интерфейсов. Оказывается, что создавать 3D модели или разрабатывать УП

можно с достаточным удобством не только на ПК.

Инженеры не останавливаются и продолжают изобретать новые устройства ввода информации. Управление голосом и жестами постепенно внедряется в бытовую технику — даже мой телевизор переключает каналы, распознавая взмах руки. Не исключено, что через 5 лет работа технолога будет напоминать действия Тома Круза (Tom Cruise) в фильме “Особое мнение” (Minority Report), ну или хотя бы походить на эксперимент с ESPRIT с контроллером Kinect.

CAD

Прежде чем задаться вопросом о дальнейшей судьбе CAD в САМ, необходимо понять, для чего технологу-программисту вообще нужны инструменты создания и редактирования геометрии. Не проще ли строить 2D чертежи и 3D модели в программном продукте, который изначально предназначен для этого?

Основное назначение инструментов CAD в САМ-системе

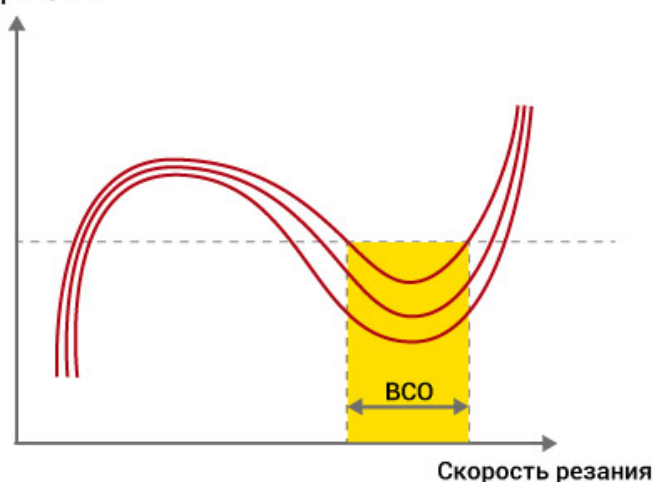
заключается в подготовке импортированной из CAD-системы или созданной здесь же геометрии к обработке. Эта подготовка включает в себя как дополнительные построения, например, для определения ориентации оси инструмента при 5-ти осевой обработке или создания контуров, ограничивающих зону обработки, так и модификацию геометрии, например, “закрытие” отверстий, в которые не должен “падать” инструмент, продление поверхностей или проецирование текста на поверхность. Каких-то специализированных CAD-функций, присущих именно САМ-системам, не так много, но они все же существуют — здесь можно вспомнить возможность автоматического создания модели заготовки на основе габаритов 3D модели детали и функцию построения профиля тела вращения для токарной обработки. Кроме того, многим пользователям САМ известна задача “создания цепочек” для решения которой успешно используется функционал построения 2D элементов, продления и обрезки кривых. Как ни странно, но именно на подготовку геометрии у пользователя САМ-системы уходит значительная часть (до 30%) времени от полного цикла программирования обработки определенной детали. Несомненно, что разработчики САМ-систем стараются облегчить жизнь программиста и предлагают для этого все новые решения. За последние несколько лет качество трансляторов CAD значительно улучшилось, а

количество поддерживаемых форматов многократно увеличилось. Если ранее при передаче из CAD в CAM использовались в основном нейтральные форматы, то сегодня CAM-системы спокойно читают родные файлы SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Inventor и других систем моделирования. Развивается интеграция между CAD и CAM, обеспечивая импорт не только геометрии, но и дерева построения; укрепляется ассоциативность

- изменения в файле CAD оперативно отражаются на связанной с ним геометрии и траектории в CAM-системе; упрощается процесс позиционирования 3D модели и ее привязки к нулевым точкам (координатных систем); появляется множество, на первый взгляд, незначительных, но крайне удобных при ежедневной работе функций, например, автоматическое создание точки в центре окружности и построение осевой линии отверстия.

Все CAM-системы подразделяются на те, что имеют собственные средства проектирования/моделирования и продукты, встраиваемые и работающие исключительно в интерфейсе популярных CAD-систем. Важность и необходимость наличия минимально необходимого функционала для создания геометрии в CAM подтверждается, в том числе, и фактом самого существования этих "встраиваемых" CAM-систем, которые, судя по всему, разрабатывались с мыслями о невозможности конкуренции с полноценным CAD-ом.

Сила резания



Оценивая рынок CAM-систем, можно сделать грубое, но любопытное заключение о том, что те компании, которые создавали "независимые" CAM-системы, добились в CAM больших успехов, чем те, что строили и развивали оба (CAD и CAM) направления в равной степени. В любом случае, наиболее перспективными и реалистичными направлениями развития CAD в CAM являются:

- Передача конструктивных и технологических параметров из CAD в CAM, например, типа отверстия или материала детали, что в будущем позволит значительно автоматизировать процесс расчета траекторий и подбора режимов обработки;
- Облегчение процесса создания цепочек и выбора геометрии для обработки, которое осуществляется в первую очередь за счет "умной" привязки курсора и непосредственной работы с элементами твердотельной модели; Распознавание конструктивных элементов 3D

модели - там, где вчера программист вручную выбирал линии и дуги, описывающие элемент типа "карман" или окружности для сверления отверстий, сегодня CAM-система способна самостоятельно "разложить" деталь на составляющие ее элементы;

- Дальнейшее распространение прямого моделирования в CAM, которое является вовсе не обязательным пунктом развития, используется крайне ограниченно и является, скорее, данью моде и стремлением не отставать от эволюции CAD.

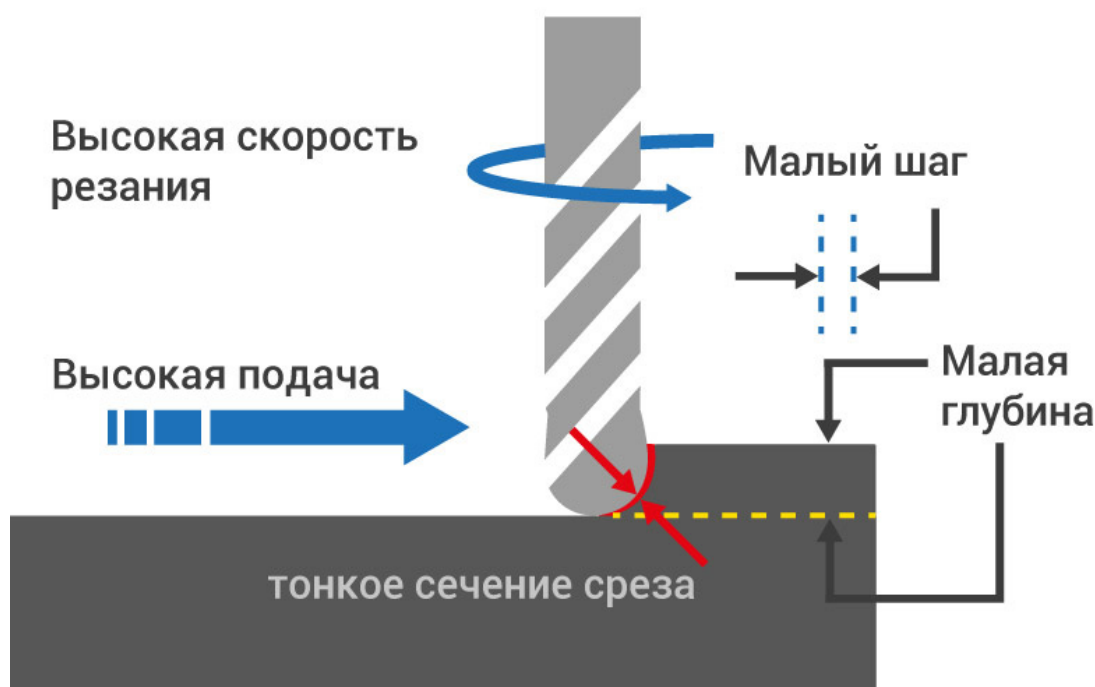
Траектории

В мировом станкостроении сегодня наблюдается устойчивая тенденция создания станков, предназначенных для многоосевой и высокоскоростной обработки.

Высокоскоростная обработка — это одна из современных технологий, которая, по сравнению с обычным резанием, позволяет увеличить эффективность и качество

существует некоторая область сверхвысоких скоростей обработки, в которой процесс резания происходит спокойно и режущий инструмент не подвергается катастрофическим нагрузкам.

ПРИНЦИП ВСО – МАЛОЕ СЕЧЕНИЕ СРЕЗА, СНИМАЕМОЕ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ РЕЗАНИЯ, ВЫСОКИЕ ОБОРОТЫ ШПИНДЕЛЯ И ВЫСОКАЯ МИНУТНАЯ ПОДАЧА.



механической обработки. Теоретическим обоснованием высокоскоростной обработки являются так называемые кривые Соломона (Карл Соломон, патент № 523594, 1931 г., Германия), которые показывают снижение сил резания в некотором диапазоне скоростей. Для каждого обрабатываемого материала и инструмента этот диапазон определяется опытным путем, но наиболее важным фактором здесь является пе-

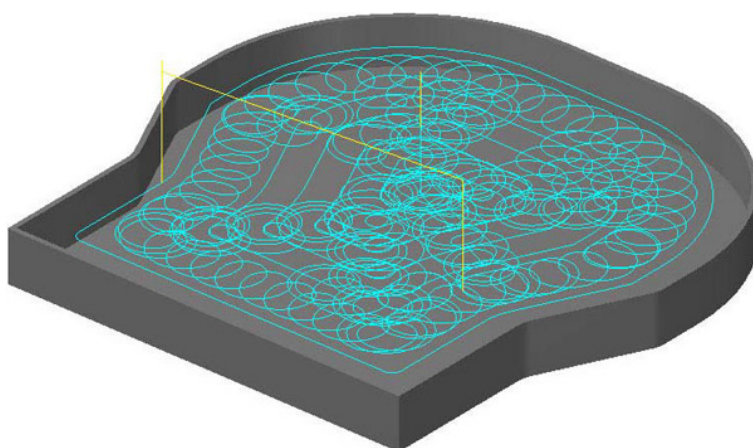
распределение тепла в зоне резания. При небольших сечениях среза в данном диапазоне скоростей основная масса тепла концентрируется в стружке, не успевая перейти в заготовку. Именно это позволяет производить обработку закаленных сталей, не опасаясь отпуска поверхностного слоя. Отсюда следует основной принцип ВСО: малое сечение среза, снимаемое с высокой скоростью резания, и, соответственно, высокие

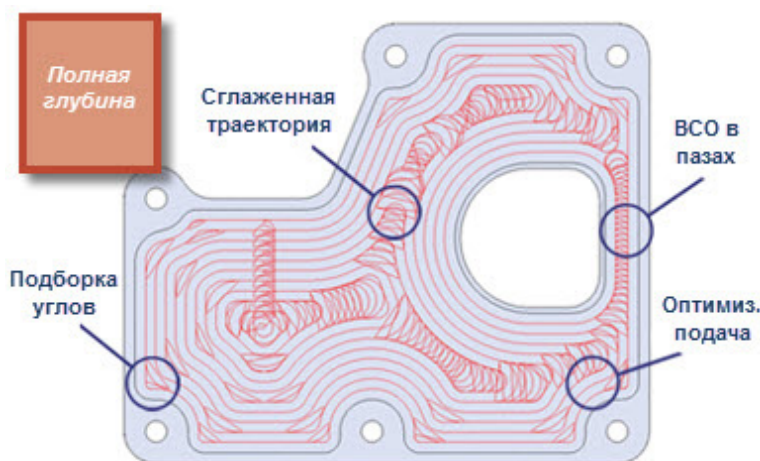
обороты шпинделя и высокая минутная подача.

Основными факторами, влияющими на ВСО и ограничивающими ее, являются: станок и система ЧПУ, режущий инструмент и условия обработки, в т. ч. траектория. Возможности используемого программного обеспечения являются ключевыми в обеспечении эффективной ВСО. Технология ВСО начинается с применения соответствующих параметров в операциях обработки, которые в настоящее время присутствуют в большинстве современных САМ-систем, но далеко не во всех. Давайте посмотрим, какие требования предъявляются к траекториям для ВСО и, соответственно, к "математике" САМ-систем. Итак, принципы, которые должны быть выполнены при создании управляющих программ для ВСО таковы:

- плавные траектории движения инструмента;

ТРОХОИДАЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ СОСТОИТ ИЗ МНОЖЕСТВА «ПЕТЕЛЕК».





- попутное направление фрезерования;
- минимизация количества врезаний инструмента;
- отвод и подвод инструмента по дуге;
- небольшая и постоянная глубина резания в осевом и радиальном направлении.

Ведущие мировые производители оборудования и режущего инструмента первыми предложили решения для использования новой технологии. Разработчикам САМ понадобилось достаточно продолжительное время, чтобы адаптироваться к новым потребностям рынка и приступить к разработке функционала, обеспечивающего ВСО.

Основные игроки на рынке САМ предлагают “брендируемые” и запатентованные стратегии для ВСО обработки — на слуху Vortex от DELCAM, ProfitMilling в ESPRIT, iMachining в SolidCAM, Dynamic Motion в Mastercam, Adaptive Clearing от Autodesk (HSM series). Новые стратегии сочетают традиционную трохоидальную с эквидистантной траек-

ториями и обладают довольно сложными алгоритмами, обеспечивающими постоянство съема материала и нагрузки на инструмент. Постепенно элементы технологии ВСО начинают распространяться и на область многоосевой обработки.

В целом, тренд развития траекторий обработки в САМ очевиден и направлен на уменьшение износа режущего инструмента и сокращение машинного времени обработки. И если с “математикой” большинство разработчиков САМ уже разобрались, то вот предложить пользователю системы оптимальные для ВСО обработки скорости и подачи могут в настоящий момент далеко не все.

Также очевидна тенденция разработки специализированных траекторий для обработки элементов (каналы двигателя) и деталей определенного типа (импеллеры, турбины). Обычно такую обработку можно произвести и стандартными стратегиями большинства САМ-систем, но разработчики стараются учесть нюансы технологий

(например, поведение режущего инструмента на кромках) и облегчить жизнь программисту, избавляя его от дополнительных геометрических построений и ввода множества параметров. Что же касается offline-программирования роботов, то, несмотря на появление подобных модулей в нескольких САМ-системах, большинство вендоров не видят коммерческой перспективы и явно не торопятся инвестировать в подобные решения.

Интеллект и автоматизация

Степень автоматизации является одной из самых интересных и многообещающих характеристик САМ-систем. Речь прежде всего идет о FBM и KBM. FBM или Feature Based Machining — технология, подразумевающая распознавание конструктивных элементов 3D модели детали и автоматическое применение к ним стратегий обработки. KBM или Knowledge Based Machining отличается лишь тем, что к распознанным конструктивным элементам применяются стратегии, учитывающие пользовательский опыт. Можно сказать, что KBM является дальнейшим развитием FBM. На практике это означает, что пользователь способен “тонко” настроить процесс обработки, а также ему доступны варианты обработки, предложенные ранее другими пользователями системы. Пользователи одной из популярных САМ-систем среднего класса, имеющей в своем составе модуль KBM, выполняют следующие дей-

ВАРИАНТ
СОВРЕМЕННОЙ
ТРАЕКТОРИИ ВСО.

ствия для автоматического получения операций обработки:

- Загружают 3D модель детали и устанавливают базовые параметры, такие как материал детали, тип детали (фрезерная, токарная, токарно-фрезерная, электроэрозионная), выбирают библиотеку технологий (их может быть несколько);
- Распознают в ручном или автоматическом режиме конструктивные элементы детали, система строит дерево элементов или так называемых “фичерсов” (features);
- Назначают элементы, подлежащие обработке и система предлагает один или несколько вариантов, отличающихся, например, количеством или последовательностью операций;
- Выбирают один из вариантов, и система создает операции обработки, содержащие траектории,

инструмент и режимы резания. Созданные таким способом операции обработки обычно доступны для дальнейшего редактирования.

Самое интересное происходит на этапе, когда система предлагает один или несколько вариантов (маршрутов) обработки. Конечно же, здесь нет никакого чуда или работы искусственного интеллекта — секрет во взаимодействии нескольких баз данных.

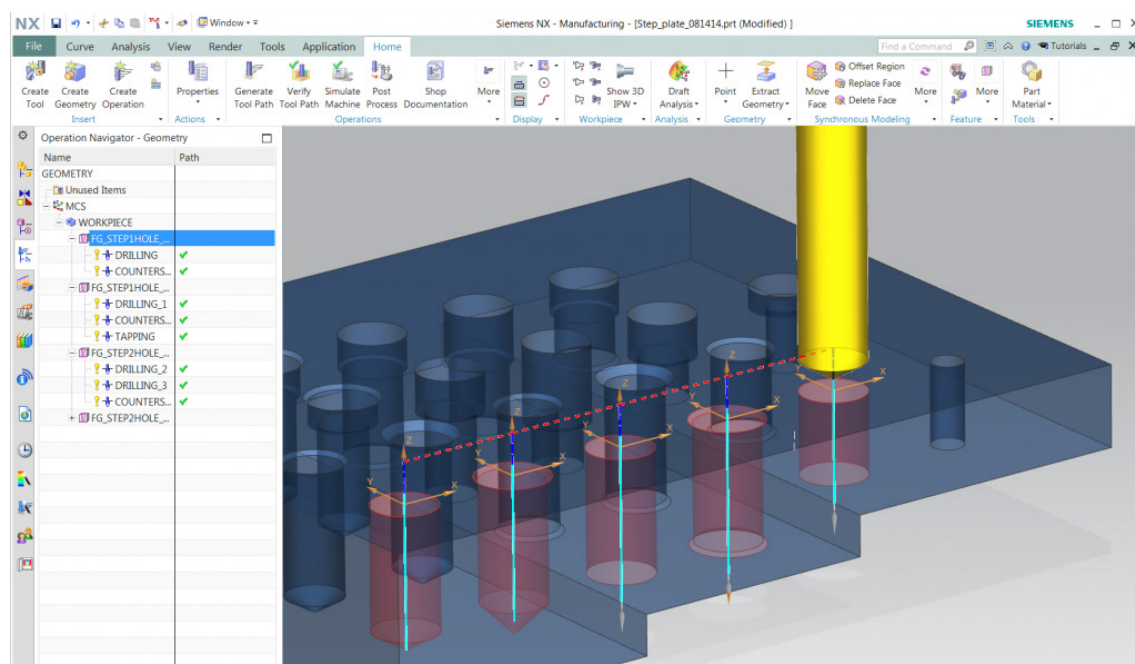
Одна база содержит описание конструктивных элементов, например, элементу “карман” с размерами $10 \times 10 \times 5$ присвоен тип “малый”, с размерами $30 \times 30 \times 10$ — “средний” и т. д. Другая база содержит стандартные операции обработки в параметрическом виде, шаблоны, которые, например, определяют расчет диаметра инструмента. Между ними есть логическая связь: если карман “малый”, то подходит такой-то набор операций, если “средний”, то такой-то.

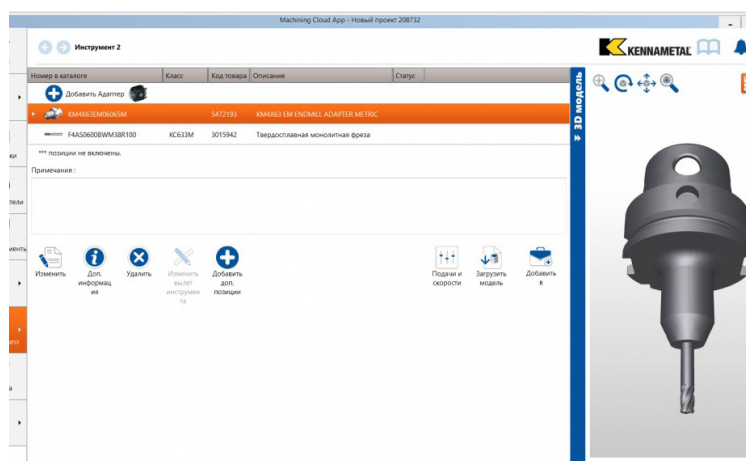
Разумеется, как элементов, так и условий может быть бесконечно много.

Когда конструктивные элементы, подлежащие обработке, определены, система сравнивает их с эталонными элементами в базе. Найдя совпадения, модуль КВМ “тянет” из базы рассчитанные операции и “накладывает” их на выбранные конструктивные элементы. Учитывая, что в нашем случае все элементы могут редактироваться, а сами базы (SQL) доступны сразу множеству пользователей, то получается, что при желании и должном терпении коллектив технологов-программистов может заполнить систему таким количеством данных, что та “научится” автоматически генерировать УП приемлемого качества на определенный класс деталей, пусть и не самых сложных.

А теперь представьте, что вот такую САМ-систему с модулем КВМ и соответствующей базой данных мы поместим в

РАСПОЗНАВАНИЕ
И ОБРАБОТКА
ОТВЕРСТИЙ
В САМ-СИСТЕМЕ.





систему ЧПУ станка. Получается, что идея, озвученная в начале статьи (достаточно “скормить” чертеж станку, который без посторонней помощи “выдаст” готовую деталь) лет через 5 может найти воплощение в станках, ну скажем, одной известной японской компании.

Разработчики САМ существенно продвинулись в совершенствовании технологий автоматической обработки, хотя нерешенных проблем и ограничений остается предостаточно. Так для применения FVM и KBM вам потребуется твердотельная модель — поверхностная не подойдет. Скорее всего, вы не заставите систему автоматически рассчитать 5-ти осевую фрезерную или сложную токарно-фрезерную обработку, а несовершенный алгоритм не позволит создать траекторию с учетом заготовки нерегулярной формы или оставшегося от предыдущих операций припуска.

Перенос KBM баз данных в облака позволит аккумулировать огромный коллективный опыт и принести высочайший уровень автоматизации в работу технолога-программиста.

Возможность практического использования нейронных сетей в САМ, на мой взгляд, сомнительна, по крайней мере в ближайшей перспективе.

Интеллектуальность САМ-системы выражается не столько в способности автоматически генерировать траектории, сколько в интерактивной помощи при традиционном способе создания операций обработки. Одной из самых первых “умных” функций САМ-системы можно считать дообработку: когда система распознает необработанные участки (в углах контура), оставшиеся от проходов фрезеры большего диаметра и генерирует траекторию для инструмента меньшего диаметра, удаляющую оставшийся материал, но без повторных или холостых проходов. Функция дообработки постепенно прошла путь от отдельной команды до неотъемлемой части платформы САМ-системы, позволяющей “видеть” состояние заготовки после каждой (любой) операции обработки. Здесь же можно вспомнить про функцию автонаклона, обеспечивающую модификацию траектории с целью создания

безопасного перемещения, например, при недостаточном вылете инструмента, или функцию автоматической генерации безопасных отводов инструмента между операциями в случае многоосевой обработки, учитывающую кинематику станка и положение крепежных приспособлений.

Инструмент

Достаточно взглянуть на проект Machining Cloud (Облако обработки), чтобы факт предстоящей миграции инструментальных баз данных в облака стал очевидным. Платформа Machining Cloud обеспечивает кроссплатформенный доступ к обширным производственным данным в облаке, в первую очередь — к данным о режущем инструменте и оснастке. При этом ключевая ценность для пользователей состоит в том, что ответственность за наполнение актуальным и детализированным контентом ложится на самого производителя, а не разработчика САМ-системы или сторонние компании, занимающиеся наполнением и “переводом” баз данных. Для реализации такой концепции необходимо решить две непростые задачи: во-первых, договориться с производителями о регулярной работе по наполнению облака данными о своей продукции, и, во-вторых, создать набор приложений для доступа к облаку из различных операционных систем, как десктопных, так и мобильных.

Одним из наиболее перспективных аспектов применения Machining Cloud является

ИНТЕРФЕЙС
ПРИЛОЖЕНИЯ
MACHININGCLOUD.

СИМУЛЯЦИЯ
ОБРАБОТКИ НА
ПЛАНШЕТНОМ КОМ-
ПЬЮТЕРЕ.



автоматизация подбора инструмента и режимов резания непосредственно из САМ-системы, которая передает параметры распознанных конструктивных элементов 3D модели обрабатываемой детали в облако, а обратно получает список инструментов и рекомендованные значения режимов обработки. Причем нужно отметить, что импортированные инструменты служат не только для последующего расчета траекторий и верификации, но и снабжены каталожными номерами, что значительно облегчает работу технолога, отвечающего за выбор и приобретение инструмента, необходимого для выполнения текущего производственного задания.

Примечательно, что Machining Cloud уже наполняется данными со стороны таких известных производителей как Iscar, KENNAMETAL, Mitsubishi, HORN, WIDIA. Виртуальные инструменты и оснастка, в свою очередь,

доступны пользователям программных продуктов Vericut, ESPRIT, NCSIMUL, IMSverify, Mastercam, NX и TopSolid.

Верификация

В настоящее время любая САМ-система имеет функции для проверки правильности созданных траекторий. Наверное, так было не всегда и, смею предположить, что первые программы ограничивались лишь расчетом траектории, а графические результаты выводились на плоттер или вовсе прочерчивались на “миллиметровке”. Развитие модулей верификации началось с появления трассировки или бэкплота (backplot), позволяющей программисту отслеживать перемещения центра режущего инструмента. Бэкплот используется и сегодня для предварительной оценки рассчитанных траекторий и настройки технологических параметров операции. Окончательная проверка

обычно осуществляется с помощью верификации и симуляции.

Инструменты верификации предоставляют программисту прекрасные возможности для наглядной проверки траектории движения инструмента, оценки качества и общей технологии изготовления детали. Основной смысл верификации заключается в демонстрации процесса удаления материала заготовки и возможности изучить окончательный результат работы системы — виртуальную модель изготовленной детали.

Два десятка лет назад качество графики оставляло желать лучшего, использовалась так называемая “растровая” верификация. Затем, с развитием видеокарт и графических компонентов, большинство САМ-систем обзавелось более продвинутой технологией на базе формата STL. Теперь полученную модель можно рассмотреть с разных сторон, оценить, все ли элементы выполнены правильно и нет ли

зарезов, сохранить результат в файл, измерить габариты и даже разглядеть гребешки на материале, оставшиеся от прохождения режущего инструмента.

Помимо трудностей дальнейшего использования STL файлов (например, при передаче в CAD-систему), верификация характеризуется следующими недостатками:

- невозможно проверить созданные траектории на столкновения рабочих органов станка (друг с другом, корпусом, заготовкой, приспособлением), так как при классической верификации в процессе участвуют лишь заготовка и режущий инструмент (часто даже без патрона/державки);
- контролируется не готовая управляющая программа, а всего лишь промежуточный CL-файл траектории (до постпроцессорирования).

Решение проблем верификации привело к появлению целого отдельного класса программных продуктов (Vericut, NCSimul, IMSverify и др.), симулирующих обработку, то есть позволяющих “независимо” от САМ проверять код УП в виртуальной станочной среде. Интересно, что на сегодняшний день лишь незначительное число САМ-систем может похвастаться возможностью полноценной симуляции и еще меньше таких, которые поддерживают работу с G/M-кодом УП.

Дальнейшее развитие модулей верификации и симуляции обработки предполагает увеличение быстродействия и

повышение качества графического процесса. Очевидно, что чем быстрее пользователь получит результат в виде виртуально обработанной детали, тем быстрее сможет внести коррективы и перейти к реальному производству. В идеале — видеть высококачественное “превью” состояния заготовки сразу же после завершения расчета траектории. Что касается качества, то можно выделить три направления совершенствования. Во-первых, как было уже сказано ранее, верификация и симуляция позволяют разглядеть гребешки и риски на материале, оставшиеся от прохождения режущего инструмента. Проблема заключается в том, что мы имеем дело с идеальными объектами и не учитываем реальной динамики станка. Если бы симулятор САМ-системы учитывал ускорение и замедление рабочих органов, то получаемая картина максимально бы соответствовала фактическому результату обработки на станке. Во-вторых, давайте вспомним про фотореалистичный рендеринг в CAD или качество графики современных компьютерных игр и на секунду представим, что подобные эффекты достижимы в процессе симуляции обработки. В-третьих, пользователям требуются более детализированные виртуальные модели станков.

3D печать пластиком стала достаточно массовым явлением, однако эксперты считают, что 3D принтеры, печатающие металлом — это машины, которые собираются по-настоящему бросить вызов

традиционным технологиям производства. Учитывая активное развитие аддитивного производства, в том числе появление перспективных “гибридных” станков, напрашивается вывод о том, что через 3-4 года модули симуляции большинства САМ-систем будут способны имитировать процесс “наплавки” или добавления материала. Уже сейчас эта возможность доступна разработчикам САМ-систем, использующих программные компоненты (ядра) для симуляции обработки от компаний MachineWorks и ModuleWorks.

Еще одним перспективным направлением развития симуляторов обработки является использование программных библиотек систем ЧПУ, например, Fanuc или Sinumerik. В этом случае достоверность верификации будет практически стопроцентной, так как используется родная “математика” станка, а не обратный постпроцессор.

Постпроцессорирование

Постпроцессор — программа, которая преобразует файл траектории движения инструмента и технологических команд (промежуточный файл), сформированный САМ-системой, в файл УП в соответствии с требованиями конкретного комплекса “станок — система ЧПУ”. В ряде отечественных систем постпроцессоры какое-то время назывались паспортами.

Для того чтобы абстрагироваться от большого разнообразия станков, систем ЧПУ и языков программирования

обработки, САМ-система генерирует промежуточный файл, содержащий информацию о траектории, угле поворота инструмента (в случае многокоординатной обработки) и обобщенные команды управления станком. Обычно этот промежуточный файл называется CL-файлом (Cutter Location) или CLDATA-файлом.

Далее в работу вступает постпроцессор. Он преобразует этот промежуточный файл в программу обработки в строгом соответствии с форматом программирования конкретного станка с ЧПУ.

Такая технология позволяет программисту во время проектирования обработки в САМ-системе не задумываться о том, на какой конкретно станок попадет УП и каков будет ее формат. Ему необходимо лишь выбрать постпроцессор, соответствующий определенному станку с ЧПУ, и тот возьмет на себя всю работу по созданию программы обработки определенного формата.

Откуда же взялась идея постпроцессирования и почему до сих пор в этой области существуют проблемы? По идее, разработчики станков и систем ЧПУ должны соблюдать стандарты Ассоциации электронной промышленности (EIA) и Международной организации стандартизации (ISO). То есть, одинаковые G-коды на разных станках с ЧПУ должны выполнять одну и ту же функцию. В принципе, эти стандарты соблюдаются, но только для основных команд станка, например, для включения СОЖ, линейной и

круговой интерполяции.

Если же дело доходит до других команд, постоянных циклов и специальных функций, то приверженность определенному стандарту практически отсутствует. Это приводит к невозможности правильного исполнения одной и той же УП на разных станках с ЧПУ. К этой проблеме прибавляется другая — постоянная «гонка» производителей оборудования с ЧПУ. В условиях жесткой конкуренции станкостроительные компании создают все более сложные станки, а разработчики систем ЧПУ придумывают новые циклы и функции. В результате серьезные отличия в формате УП могут быть замечены даже у станков одной фирмы, но разных моделей.

Постпроцессирование, пожалуй, одна из самых консервативных областей САМ. Тем не менее и здесь можно проследить определенную эволюцию.

Когда появились первые САМ-системы, то для работы с конкретным станком с ЧПУ разрабатывался индивидуальный постпроцессор, который представлял собой исполняемый файл. Индивидуальный постпроцессор мог быть создан только опытным программистом (именно программистом, а не технолог-программистом) путем длительного общения со станочником для выяснения всех нюансов работы с определенным станком. После этого проходили испытания и доводка индивидуального постпроцессора «до ума». В результате постпроцессор выполнял свои функции, но про-

цесс его создания был очень долгим, мучительным и дорогим. Изменения в таком постпроцессоре мог сделать только сам автор-разработчик.

В 70–80-х годах прошлого века наблюдался значительный подъем автоматизированного машиностроения. Как грибы после дождя стали появляться новые станки с различными системами ЧПУ. Возник огромный спрос на технологическое программное обеспечение и CAD/САМ-системы.

Программисты просто не успевали разрабатывать новые индивидуальные постпроцессоры, что подтолкнуло их к автоматизации собственного труда. Появилась идея создания обобщенных постпроцессоров для разных станков с одинаковой системой ЧПУ. В этом был смысл: при работе с системой ЧПУ одной фирмы даже на разных станках отличия в УП будут минимальными, значит, и изменения, которые нужно внести в исполняемый файл, тоже будут незначительными.

Классический постпроцессор, находящийся на службе современной САМ-системы, состоит из нескольких файлов. Во-первых, это исполняемый файл — программа. Исполняемый файл занимается преобразованием данных промежуточного CL-файла в кадры УП. Преобразование осуществляется по некоторым правилам, отличным для разных станков и систем ЧПУ. Эти правила, или алгоритмы преобразования, находятся во втором файле — текстовом.

Текстовый файл написан на специальном скриптовом языке

ке, который может быть изменен в случае необходимости самим технологом-программистом в любом текстовом редакторе. Вносить какие-либо изменения в исполняемый файл не требуется. Как правило, с САМ-системой поставляется набор таких текстовых файлов, которые описывают правила для преобразования промежуточных файлов в программу обработки для нескольких десятков различных станков и систем ЧПУ. В данном случае постпроцессором можно смело называть именно текстовый файл. Исполняемый же файл является модулем САМ-системы и работает незаметно для пользователя. В некоторых САМ-системах присутствует и третий файл, необходимый для постпроцессирования. Этот файл также является текстовым. Он предназначен для ввода дополнительных условий и передачи специальной информации в управляющую программу.

К сожалению, разработчики САМ-систем не придерживаются единого стандарта для формирования промежуточных CL-файлов. В результате текстовый файл с описанием алгоритмов преобразования (постпроцессор) одной САМ-системы будет абсолютно бесполезен для использования внутри другой САМ-системы. Для разработки даже такого текстового постпроцессора «с нуля» необходимы глубокие знания самой системы и принципов преобразования исходных данных. Поэтому пользователю предоставляют набор базовых постпроцес-

соров с редактируемыми переменными. Работая с этими переменными, пользователь может самостоятельно настроить постпроцессор для имеющегося станка.

Сегодня наиболее эффективным и простым решением проблем постпроцессирования на предприятии является использование универсального постпроцессора или так называемого генератора постпроцессоров.

Генераторы постпроцессоров бывают двух видов: те, что работают внутри определенной САМ-системы и независимые, способные «перерабатывать» CL-файлы разных (но, к сожалению, не всех) САМ-систем. Генератор постпроцессора обычно предлагает пользователю интуитивно-понятный графический интерфейс, позволяющий быстро и наглядно построить кинематическую схему станка и задать типовые параметры системы ЧПУ. Однако, и в этой бочке меда можно найти ложку дегтя: фактически, генераторы постпроцессоров генерируют все тот же самый файл на скриптовом языке — шаблон, который скорее всего придется «править ручками», если ваш станок не самый простой или требуется «тонкая» настройка формата и циклов УП. Эта же проблема затрагивает и те генераторы, которые умеют работать с CL-файлами нескольких САМ-систем.

Вспоминая про возрастающую роль кинематической модели станка, отмечу, что последние 5 лет наблюдается тенденция искусственного объединения файла

постпроцессора и файлов, отвечающих за построение виртуальной модели станка, ограничений и зависимостей его рабочих органов. Это делается для упрощения работы пользователя САМ-системы, который выбирает некий общий файл станка, а тот «подтягивает» сборку. Хотя, конечно, было бы здорово иметь вообще один файл, содержащий постпроцессор и виртуальную модель станка.

Проблема, которая существует в области постпроцессирования, также заключается в том, что языки, основанные на АРТ, не вполне пригодны к работе с новейшим токарно-фрезерным оборудованием, ведь разработка системы АРТ началась в MIT (Массачусетский технологический институт) еще в далеких 50-х годах. Поэтому не удивительно, что в САМ-системах то и дело появляются специальные плагины, помогающие адаптироваться к автоматам продольного точения, роботам, центрам с несколькими шпинделями и головками, а некоторые из производителей даже придумывают особые форматы и конверторы (например, MORI-APT), облегчающие программирование собственных станков. Разработка постпроцессоров является одной из статей дохода для всех, кто так или иначе связан с рынком САМ-систем, и в последние годы существенно выросла доля сертифицированных и «закрытых» (для редактирования пользователями) постпроцессоров.

САМ 2020: выводы и прогнозы

1. Большинство САМ-систем перейдет на новую концепцию использования кинематической модели станка и станочных данных при расчете операций обработки.
2. Базовые уровни (например, для 2.5-осевого фрезерования) значительной части САМ-систем станут бесплатными.
3. САМ-системы будут тесно интегрированы с различными облачными сервисами для подбора режущего инструмента и оснастки, а также для получения рекомендаций по режимам резания.
4. Технологии FVM и KVM начнут успешно применяться в многоосевой обработке.
5. Модули KVM научатся давать оценку эффективности применения того или иного варианта обработки.
6. САМ-системы с модулями ВСО научатся рекомендовать оптимальные режимы для высокоскоростной обработки.
7. САМ-системы начнут более активно портироваться в системы ЧПУ. Программное обеспечение систем ЧПУ начнет играть заметно большую роль в конкурентной борьбе производителей станков.
8. В САМ-системах будет обеспечена широкая поддержка операций аддитивной обработки и их симуляции.
9. Начнется реальное использование САМ-систем на планшетных компьютерах.
10. В модулях симуляции обработки появится фотореалистичная графика.

Пожалуйста, примите участие в опросе “Будущее САМ-систем” на портале planetacam.ru, выразите свое согласие или несогласие по каждому из пунктов представленного прогноза. Ваше мнение очень важно для нас!



Литература

- Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. Четвертое издание. Ловыгин А. А. ISBN: 978-5-97060-123-5.
- Презентация Thinking About Tomorrow, EWC2015, Dan Frayssinet, DP Technology.
- КОМПЬЮТЕРРА, Промышленность четвертого поколения: 3/4 глобального бизнеса уже «подсели» на «интернет вещей», Михаил Ваннах.
- ЛОГИСТ, Глобальные тренды в мировой промышленности. Инициатива Industrie 4.0.
- Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools. Winston A. Knight, Geoffrey Boothroyd.
- Материалы сайтов: rosfrezer.com, mirznanii.com, axispanel.ru, bizhit.ru, tadviser.ru, ru.wikipedia.org.



Стратегия точности
www.atmt.ru

HYUNDAI
WIA

Успешное применение CAM-системы ESPRIT в компании Gresset

DP TECHNOLOGY CORP.

Обработка для высокотехнологичных отраслей промышленности

ДЕТАЛЬ ГИДРАВЛИ-
ЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ
СТАЛИ, СДЕЛАННАЯ С
ПОМОЩЬЮ ESPRIT.

Компания Gresset and Associates, в которой заняты 49 человек, сертифицирована по стандартам ISO 9001 и EN 9100 и работает по трем направлениям:

- Производство компонентов для гидравлических систем (корпуса, фитинги, седла клапанов). Технологический процесс требует высокого уровня точности и качества чистовой обработки деталей. Команда GRESSET имеет огромный опыт в обработке подобного рода — особенно когда дело касается кованных заготовок.
- Технические компоненты (комплекты из 1-2000 частей), предназначенные для систем безопасности (например, тормозная система). Это подразделение также разрабатывает новые стратегии обработки. На стадии опытных образцов команда



особенно гордится своей работой по производству компонентов для системы Electric Green Taxiing, которую представила компания SAFRAN на прошедшем Парижском авиасалоне. «Наша деятельность в аэрокосмическом секторе в значительной степени направлена на создание сложных деталей для военной авиации - самолетов Rafale, Mirage, ATL2 и вертолетов», — объясняет Лилиан Лами (Lillian Lamy), начальник производства.

- Дополнительный цех занимается изготовлением бронзовых подшипников и прокладок для технического обслуживания воздушных судов — конструкций, которые также требуют высокой точности.

Кроме того, GRESSET снабжает запчастями всемирно известных производителей специализированных станков.

Контролируемая инвестиционная стратегия
GRESSET стремится к постоянному совершенствованию



ванию. Как член SPACE (“Supply chain Progress towards Aeronautical Community Excellence”), у компании есть проекты, ориентированные на бережливое производство, управление качеством и промышленное планирование. Готовность компании к инвестициям в создание современного производства привела к покупке 5-осевого станка и САМ-системы для изготовления специального инструмента, а также для проведения обучения сотрудников компании. Инвестиционный план за последние два года уже достиг более одного миллиона евро. Последней крупной сделкой была покупка двухшпиндельного фрезерного станка Mori Seiki NT3200 DCG с круговой осью и 5-осевой фрезерной головкой. Именно это приобретение привело команду к выбору САМ-системы ESPRIT.

Почему такой выбор?

Высокопроизводительное решение ESPRIT было выбрано на основании различных критериев, в том числе за сотрудничество с производителями станков Mori Seiki. Основными преимуществами системы ESPRIT стали сертифицированные постпроцессоры и лицензии на ПО, поставляемые вместе со станком непосредственно от производителя, компании Mori Seiki. ESPRIT также привлек внимание тех, кто принимал решение о выборе и покупке САМ своими возможностями 5-осевой обработки, гибкостью и наличием открытых постпроцессоров для всех станков, которые уже были у GRESSET. Инструменты симуляции ESPRIT являются одними из самых инновационных на сегодняшний день. Они используются для оптимизации управляющих программ и сокращения времени на создание операций обработки.

Нет 5-осевой обработке без технической поддержки

Руководители GRESSET доверили реализацию проекта компании USICAM, официальному дилеру ESPRIT. Несколько дней тренировок и видеоуроки по ESPRIT, предоставленные компанией USICAM, позволили нашим программистам работать над конкретными задачами и значительно сократить время обработки. «Во время наших первых проектов мы особенно высоко оценили доступность технической поддержки в лице представителя USICAM Мишеля Хорнинга (Michel Horning)», — сказал Жиль Ноаржан (Gilles Noirjean), программист GRESSET.

Первым успехом на практике стала обработка сложного гидравлического корпуса из нержавеющей стали для самолета A350.

Программирование двухшпиндельного станка Mori Seiki NT3200 с двумя револьверными головками и В-осью было завершено за три часа. Значительные успехи были достигнуты благодаря оптимизации процессов обработки и гибкости ESPRIT.

«С предыдущим программным продуктом мы должны были использовать несколько постпроцессоров для всех траекторий обработки. С ESPRIT мы получаем один

ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ESPRIT БЫЛО ЗАВЕРШЕНО ЗА ТРИ ЧАСА, А ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ НА 3-ОСЕВОМ СТАНКЕ SPINNER ЗАНЯЛА ДВА ЧАСА.

СЛЕВА НАПРАВО: ЭДУАРД БАРТОД-МАЛЯТ (EDWARD BARTHOD-MALAT), ЖИЛЬ НОАРЖАН (GILLES NOIRJEAN) И НИКОЛЯ КЮРИ (NICOLAS CURIE) — ПРОГРАММИСТЫ; МИШЕЛЬ ХОРНИНГ (MICHEL HORNING), КОМПАНИЯ USICAM; ЛИЛИАН ЛАМИ (LILIAN LAMU), РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА.



постпроцессор для генерации всех траекторий, как для фрезерной, так и для токарной обработки. Это уменьшает время программирования одной детали на 25%. Обработка алюминиевого корпуса на 3-осевом станке Spinner VC810 продемонстрировала 30% экономию времени на создание УП.

Партнерские отношения с поставщиком ESPRIT продолжились — компания USICAM занялась созданием базы данных, включающей в себя параметры обработки для материалов, часто используемых GRESSET.

USICAM также разработала специальное приложение под ESPRIT автоматизирующее программирование новых вариантов обработки для семейства деталей. Это позволило сократить время программирования на рекордные 60% по сравнению с результатами предыдущей CAM-системы.

Положительные результаты и амбиции

«В результате создания в ESPRIT шаблонов для стандартных процессов обработки мы получаем значительную экономию

времени подготовки УП. Обнаружение столкновений также помогает предотвратить аварийные ситуации на производстве», — рассказывает Лилиан Лами.

Руководители компании определенно довольны отдачей от инвестиций в современное оборудование и программное обеспечение. В GRESSET нацелены на то, чтобы найти новых заказчиков в аэрокосмической индустрии, а в дальнейшем начать сотрудничество с предприятиями нефтяной промышленности. ■

Набор популярных продуктов компании CIMCO Integration должен быть обновлен до версии 8 в начале 2016 года.

Разработчики CIMCO готовы уже сейчас поделиться с нами секретами новой версии. Большая часть функционала готова и по мере решения оставшихся задач, вплоть до финального релиза, мы будем получать все более подробную информацию о продукте.

Следующий год принесет большие изменения в CIMCO. В настоящее время компания работает над ребрендингом марки CIMCO, всех программных продуктов и маркетинговых материалов. Нас ожидают новый логотип и веб-сайт, новые видеоролики и буклеты.

Со списком уже известных нововведений вы можете ознакомиться на сайте cimco-software.ru.

УМНЫЕ ПРОГРАММЫ

ПО РАЗУМНЫМ ЦЕНАМ

ESPRIT – полнофункциональный и мощный программный комплекс для автоматизированной подготовки УП:

- 2-5 осевого фрезерования
- 2-22 осевого точения
- 2-5 осевой электроэрозии
- BCO обработки
- автоматов продольного точения и токарно-фрезерных ОЦ



Впервые в России – сервис “Приоритетная САМ-поддержка”

- Техническая поддержка в режиме 24*7
- Приоритетная помощь в решении задач
- Персональный инженер и коммуникации
- Контроль качества внедрения в CRM



Готовое САМ-решение для вашего станка с ЧПУ по разумной цене

Программное обеспечение + Постпроцессор + 3D модель станка + Обучение + Сертификация

HAAS UMC750	800 000 ₽
HAAS ST20Y	300 000 ₽
HAAS VF-6	550 000 ₽
Hermle C30U	850 000 ₽
DMG DMU 60 eVo Linear	825 000 ₽
DMG CTX alpha 500	525 000 ₽
Mori Seiki NL, NV, NH	560 000 ₽
Mori Seiki NMV, NT, NMH	980 000 ₽
Leadwell V-40i	465 000 ₽
OKUMA MU500V	975 000 ₽
Citizen A20	575 000 ₽
Sodick AQ400	260 000 ₽

Подробная информация на сайте dptechnology.ru

Foreman – инновационный программно-аппаратный комплекс для мониторинга оборудования и повышения эффективности производства

- Круглосуточный контроль оборудования
- Оценка эффективности производства
- Выпуск отчетной документации
- Ускорение работы цеховых служб
- Обмен производственной информацией



МОНИТОРИНГ ЧПУ

Преимущества решения:

- Минимальное вмешательство в электронику станка
- Возможность подключения к любому оборудованию
- Кроссплатформенность
- Интеграция с ERP/PDM системой предприятия

Готовое решение для мониторинга работы вашего станка с ЧПУ по разумной цене

Блок мониторинга + Сканер ШК +

Программное обеспечение + Монтаж = **99 000 ₽**

Подробная информация на сайте monitoringcnc.ru

Cimco - семейство программных продуктов для технологов-программистов станков с ЧПУ

- Cimco Edit - удобный и надежный специализированный редактор УП
- Cimco DNC Max - гибкое решение для передачи данных на станки с ЧПУ
- Cimco PDM - управление CAM файлами, УП, картами наладки
- CNC-Calc - 2D CAD/CAM решение внутри редактора Cimco Edit
- Cimco MDC-Max - сбор станочных данных и онлайн мониторинг



CIMCO Integration

Подробная информация на сайте cimco-software.ru

от 17 500 ₽

NCSIMUL Machine - реалистичная, интеллектуальная, высокопроизводительная симуляция обработки на станках с ЧПУ

- Считывает и моделирует любой G-код, макросы и подпрограммы
- Обеспечивает обзор траектории инструмента и определяет ошибки до процесса симуляции
- Поддержка неограниченного количества каналов обработки
- Интеграция с популярными CAD/CAM-системами



NCSIMUL MACHINE

от 480 000 ₽

Подробная информация на сайте springplm.ru

Адрес: 192102, Санкт-Петербург, ул. Фучика, д. 4 литер “К”

Тел./факс: (812) 408-77-17, e-mail: info@locniti.ru

isicad.

нас читают

16 000

профи

「 в России
и СНГ 」

isicad.ru