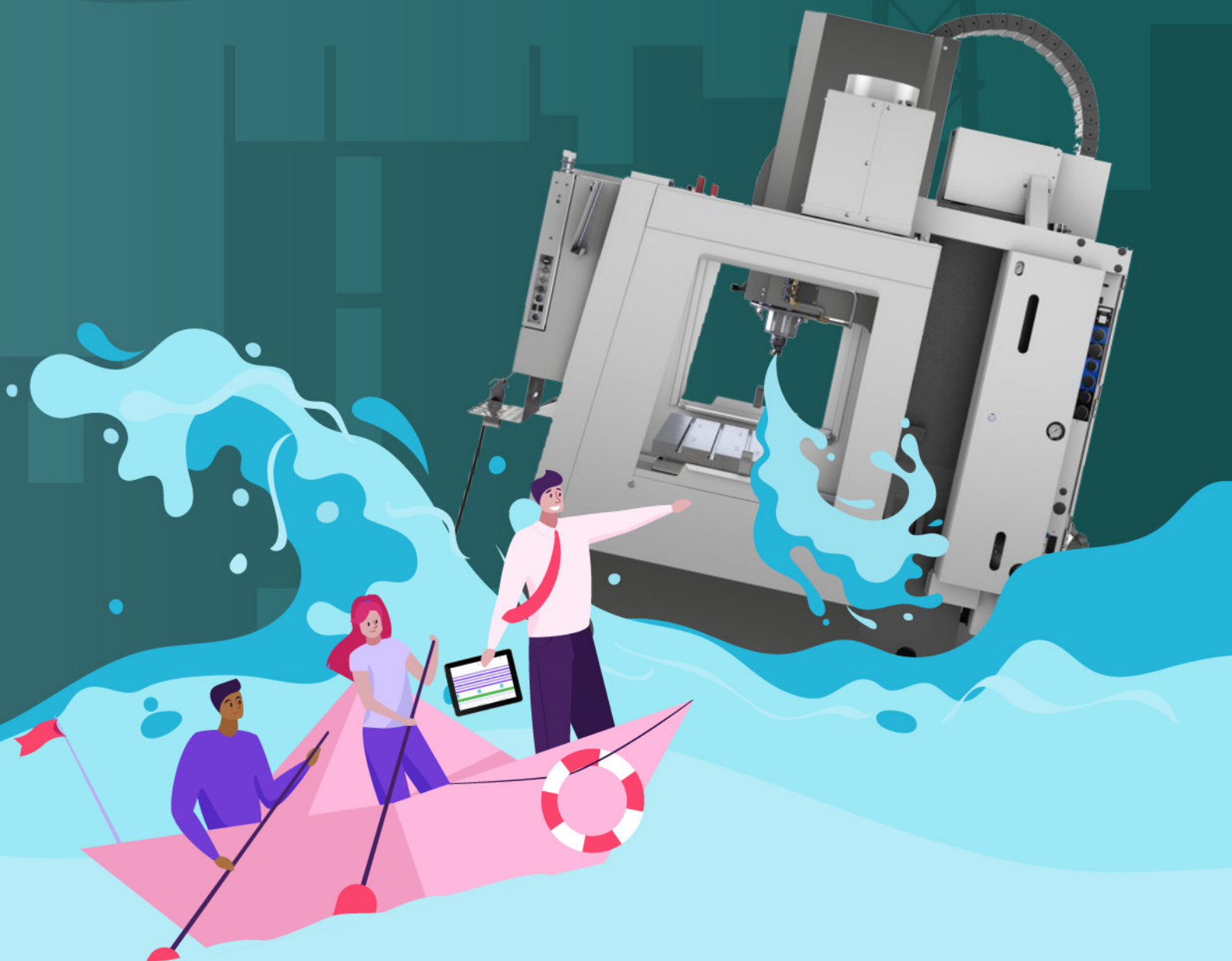


ПЛАНЕТА CAM

#17
апрель 2020
planetacam.ru

Ваш спутник в мире цифрового производства.

Аномалии



CAMWorks C5



ThingWorx C15



TopSolid C21



Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 1-4)
Интервью Graham Immerman, директора по маркетингу MachineMetrics
Интервью Michal Vosecky, Application Engineer, Cimco



Самая мощная САМ-система

-  Работайте с любыми станками с ЧПУ
-  Обрабатывайте детали любой сложности
-  Используйте сертифицированные постпроцессоры

(812) 408-77-17
www.locniti.ru
www.espritleam.ru

4 ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО РЕДАКТОРА

5 НОВОСТИ

27 ЕМО 2019

Интервью Graham Immerman, директора по маркетингу MachineMetrics

31 Интервью Michal Vosecky, Application Engineer, Cimco

33 ХАЙ-ТЕК

Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 1)

35 Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 2)

39 Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 3)

45 Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 4)



Главный редактор:
Андрей Ловыгин

Исполнительный редактор:
Алла Киц

Дизайн и верстка:
Алла Киц

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.



“

Вспоминается шутка: “А можно удалить 2020 и установить заново? Эта версия с вирусом”. 😊

”

Здравствуйте, дорогие друзья! Обложка семнадцатого выпуска “Планеты САМ”, созданная Аллой Киц, исполнительным редактором журнала, удивительным образом отражает сразу несколько актуальных проблем и вызовов.

Во-первых, хотелось подсветить серию статей компании MachineMetrics, которая в блоге на своем сайте довольно подробно рассказывает о методике, экспериментах и результатах использования технологий машинного обучения для выявления аномалий в процессе обработки на станках с ЧПУ. Для многих производств уже недостаточно просто измерять и оценивать эффективность работы оборудования, важно научиться прогнозировать поломки, заранее отправлять уведомления операторам и сервисным службам. Если вы интересуетесь искусственным интеллектом применительно к дискретному производству то, уверен, не пропустите следующие публикации на русском языке:

- Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 1) — стр.33
- Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 2) — стр.35
- Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 3) — стр.39
- Обнаружение аномалий ЧПУ с по-

мощью машинного обучения без учителя (Часть 4) — стр.45

Во-вторых, ситуация с эпидемией коронавируса и ее возможными последствиями, напоминает мне бурное море, из которого хочется выплыть, но, видимо, спасутся не все. Уже пострадали компании, связанные с организацией и проведением выставок, строительством стендов. На этой неделе закрылись рестораны, бары, кинотеатры, фитнес-центры и бассейны. До мая приостановлена деятельность многих предприятий. Вижу, как начинают страдать компании из IT отрасли – все-таки ПО не предмет первой необходимости. И что уж говорить о реселлерах САМ-систем, которые в большинстве своем относятся к категории “малый бизнес”. Выживают ли они?

Ну и третья аномалия – погода. Вся зима была аномально теплой, а выглядываю 1 апреля в окно – белым-бело. Вспоминается шутка: “А можно удалить 2020 и установить заново? Эта версия с вирусом”. 😊 В заключение хочу пожелать вам оставаться сильными, ответственными и терпеливыми, беречь свое и здоровье близких людей, особенно старшего поколения. Уверен, скоро все изменится к лучшему!

Андрей Ловыгин,
mail@planetacam.ru

РЕЛИЗ CAMWORKS 2020

Компания HCL Technologies выпустила 2020 версию CAMWorks с несколькими улучшениями, в том числе с поддержкой 3D-печати сборок SOLIDWORKS, релизом модуля CAMWorks ShopFloor, функциями умного измерения и автоматической обработки перемычек.

Что нового:

- Модуль аддитивного производства CAMWorks, созданный на базе Materialise, теперь имеет расширенный функционал при работе с 3D-печатью для сборок SOLIDWORKS (как для всей сборки сразу, так и для выбранного подмножества ее деталей). Эта функция полностью интегрирована в SOLIDWORKS и позволяет печатать 3D-модели непосредственно из SOLIDWORKS.
- Был обновлен модуль CAMWorks ShopFloor, обеспечивающий визуализацию обработки на мониторах в цеху, редактирование программ и их выполнение на станке. Появилась возможность указывать папки по умолчанию для сохранения данных CAMWorks/CAMWorks ShopFloor, в том числе для несохраненных файлов SOLIDWORKS. Кроме того, было добавлено автоматическое включение в имя создаваемого файла данных обработки названия станка, для которого эта обработка создана.
- Помимо этого, изменения коснулись графического программирования измерительных щупов и циклов измерения на станках. Если раньше такие функции можно было программировать в CAMWorks лишь как операции специального вида, все параметры которых задавались вручную и просмотреть выполнение которых без модуля CAMWorks Virtual Machine

было невозможно, то теперь все выполняется в общем графическом интерфейсе. Перемещения щупа визуализируются во всех штатных режимах симуляции обработки CAMWorks. Была добавлена возможность полного вывода в тексты программ всех используемых циклов измерений и коррекций параметров обработки, выполняемых на основе результатов этих измерений.

- Автоматическое создание перемычек. Вы можете задать число, расположение и размеры перемычек, включая возможность уменьшения их высоты относительно толщины материала. Также, благодаря этой функции, можно указать минимальный радиус сегмента и дуги, и вам будет предоставлено несколько вариантов ввода и отвода инструмента.

Дополнительные усовершенствования в CAMWorks версии 2020 включают автоматическое распознавание конструктивных элементов для снятия фаски и удаления заусенцев, а также обновленный Universal Post Generator для пользователей, которые хотят вносить изменения в свои постпроцессоры.



MECSOFT ОБЪЯВИЛА О ВЫХОДЕ RHINOCAM И VISUALCAD/CAM 2020

Компания MecSoft Corp. анонсировала выпуск новых версий программных продуктов:

- RhinoCAM 2020 – новой версии интегрированной в Rhinoceros 5 и 6 CAM–системы
- VisualCAD/CAM 2020 – свежей версии своего флагманского продукта для автоматизации ЧПУ–обработки

Что нового:

- Обновленный модуль редактора G-кода для предварительного просмотра и редактирования файлов G-кода
- Новый модуль раскрыя профиля

- Модернизированный токарно-фрезерный модуль для программирования фрезерования по оси С на токарном станке
- Приспособления — возможность определения приспособлений во всех траекториях
- Многочисленные усовершенствования в обработке по 2/5, 3, 4 и 5 осям
- Симуляция — быстрое обнаружение столкновений хвостовика инструмента и прочих ошибок
- Другие улучшения производительности и пользовательского интерфейса

ВЫШЛА КНИГА «КОМПАС-3D: СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ И 3D-ПЕЧАТЬ»

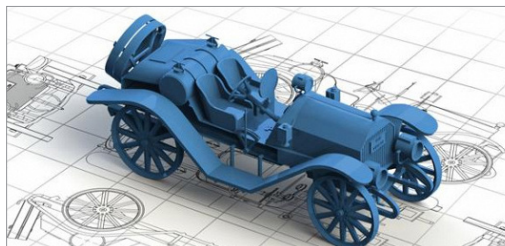
В начале года издательство «Питер» выпустило книгу «КОМПАС—3D: создание моделей и 3D—печать». Книга простыми словами рассказывает, как разработать модель для последующей 3D—печати, и будет полезна всем, кто хочет создавать собственные модели техники и механизмов и использовать возможности 3D—принтера на 100 %.

Ее автор Вячеслав Никонов долго занимался тестированием КОМПАС, последние несколько лет он развивает проект КОМПАС—3D Home и ведет блог на 3Dtoday, самом известном российском портале о 3D—печати.

**Вячеслав Никонов, автор книги
и куратор проекта КОМПАС–3D**

Home: «Продвигаясь от простого к сложному, вы научитесь создавать модели для последующей 3D-печати и

познакомитесь со всеми особенностями этого процесса. Сначала вы освоите саму технологию 3D-печати и настройки для сохранения моделей из САПР в формат Stl, а также преобразование Stl с помощью программы-слайсера в понятный принтеру язык команд G-код. Далее вас ждут восемь уроков с подробными примерами моделирования моделей, подготовленных для 3D-печати в САПР КОМПАС-3D. А в конце книги — бонус: полезные советы по моделированию, не вошедшие в основные уроки».



ЗАПУСК НОВОГО САЙТА КОМПАНИИ VICTOR TAICHUNG

В декабре 2019 г. компания "Перитон Инжиниринг" — официальный эксклюзивный представитель всемирно известного станкостроительного предприятия в Тайване компании VICTOR Taichung анонсировала запуск нового сайта бренда. Сайт стал более современным, высокотехнологичным и более удобным в использовании. Простая и логичная навигация понятна широкому кругу посетителей и облегчает поиск нужной информации.

На новом ресурсе представлены:

- Актуальная информация о компании VICTOR Taichung
- Масштабы производства
- Последние новости
- Полный каталог оборудования и видеообзоры
- Свежие рейтинги станкостроительной отрасли на Тайване

Помимо этого, на сайте работает форма обратной связи, через которую можно отправить запрос на интересующий станок или заказать дополнительные услуги.

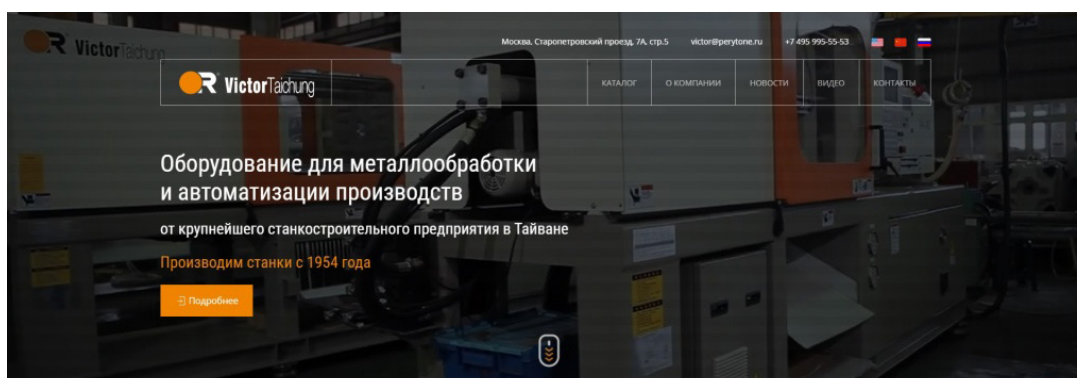
О компании «Перитон Инжиниринг»

«Перитон Инжиниринг» — ведущая российская инжиниринговая компания, специализирующаяся на постав-

ках современного промышленного станочного металлообрабатывающего оборудования и технологий из Европы, Тайваня, Японии для машиностроительных предприятий различных отраслей. Компания предлагает своим заказчикам инновационные технологии обработки и комплексные решения по оснащению производств. «Перитон Инжиниринг» является официальным эксклюзивным представителем компании VICTOR Taichung в России и странах СНГ.

О компании VICTOR Taichung Machinery Works Co., LTD

VICTOR Taichung Machinery Works Co., Ltd — одно из крупнейших станкостроительных предприятий в Тайване, лидер отрасли на протяжении многих лет. В настоящее время VICTOR специализируется на производстве обрабатывающих центров, токарных станков и термопластавтоматов. Ассортимент металлообрабатывающего оборудования включает горизонтальные и вертикальные токарные станки с ЧПУ, горизонтальные и вертикальные обрабатывающие центры с ЧПУ, токарные и фрезерные обрабатывающие центры для обработки легкосплавных автомобильных колесных дисков.



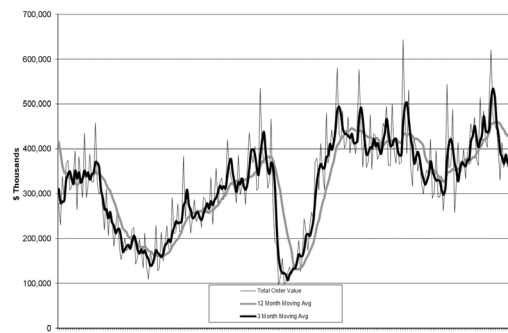
ЗАКАЗЫ НА СТАНКИ В США СНОВА ПАДАЮТ, НО ПРОГНОЗИРУЕТСЯ ПОВЫШЕНИЕ СПРОСА НА ОБОРУДОВАНИЕ

Как сообщает отраслевой журнал о машиностроении American Machinist, заказы на металлообрабатывающее оборудование в производственных цехах США с октября по ноябрь 2019 года упали на 14,9% и составили 320,4 млн. долларов за месяц, но торговое соглашение USMCA и сделка между США и Китаем дают надежду на изменение этой тенденции ко второй половине 2020 года.

Падение на 14,9% с октября по ноябрь 2019 года означает, что число новых заказов на ноябрь 2018 года уменьшилось на 29,3%, а общее количество заказов за 11 месяцев 2019 года составило 4,1 миллиарда долларов, что на 18,6% меньше, чем в январе–ноябре 2018 года.

«Эти показатели соответствуют нашим ожиданиям, что расходы на оборудование в 2019 году будут примерно на 20% ниже, чем в 2018 году», — заявил президент АМТ (Ассоциации Производственных Технологий) Дуглас К. Вудс (Douglas K. Woods). «Учитывая, насколько "сильным" был 2018 год, текущий денежный оборот по-прежнему высокий по сравнению со средними показателями за последние десять лет». Несмотря на широко распространенное сокращение объема новых заказов, Вудс озвучил несколько причин, из-за которых рынок производственных технологий может начать восстанавливаться во второй половине 2020 года. «Торговая сделка между США и Китаем, которая значительно увеличит китайский импорт сельскохозяйственной продукции США, приведет к увеличению инвестиций в сельскохозяйственное оборудование, — предсказывает он. — Благодаря USMCA увеличится тор-

говля по всей Северной Америке, и это приведет к новым инвестициям в ключевые капиталоемкие отрасли».



«Ноябрьское падение стоимости заказов в долларах на 15% обуславливается желанием продавцов реализовать как можно большее количество товара до конца года, — пояснил Вудс. — Объем дохода был бы ниже, если бы не рост заказов на сложные станки, так как крупные производители вернулись на рынок».

Он продолжил: «Еще одним фактором, способствующим снижению количества заказов в ноябре, была налоговая реформа, принятая в 2017 году, которая установила четкий свод правил налоговых льгот до 2022 года. Это создало стабильность, которая выровняла инвестиции в промышленное оборудование в течение года, и устранила необходимость срочного размещения заказов в конце года.»

Согласно региональным результатам USMTO (проект АМТ — Ассоциации производственных технологий, которая предоставляет самые последние статистические данные для рынка производственных технологий США, Мексики и Канады), на северо-востоке США в ноябре были зарегистрированы новые заказы на металлорежущее оборудо-

вание на сумму 62,76 млн. долларов (падение на 9,6% с октября и на 33,8% с ноября 2018 года). Общий доход с начала года до ноября составляет 775,1 млн. долларов, что ниже на 12,8% по сравнению с сопоставимым периодом 2018 года.

На юго-востоке в ноябре заказы на станки упали на 7,2% до 43,6 млн. долларов. Эти показатели говорят об уменьшении показателей на 21,4% с ноября 2018 года и снижении объема заказов с начала года на 20,8%.

В северо-восточном центральном регионе общее количество новых производственных заказов составило 72,5 млн. долларов в ноябре, что означает -31,4% к октябрю и -28,7% к ноябрю 2018 года. За 11 месяцев 2019 года новые заказы в регионе были сделаны на сумму 977,71 млн. долларов, что на 13,9% ниже показателя января-ноября 2018 года.

Общий ноябрьский объем заказов на оборудование в северо-западном центральном регионе составил 53,16 млн.

долларов, что на 12,3% меньше, чем в октябре, и на 31,0% меньше, чем в ноябре 2018 года. Общая сумма за 11 месяцев для региона составляет 702,63 млн. долларов, что на 31,8% меньше, чем в предыдущем году.

В южном центральном регионе США в ноябре закупка оборудования упала на 9,0% с октября и была произведена на 20,4 млн. долларов, что также демонстрирует снижение показателей на 40,0% по сравнению с результатом ноября 2018 года. За период с января по ноябрь общий объем новых заказов в регионе составляет 333,41 млн. долларов, что на 27,9% меньше, чем в 2018 году.

Общее количество заказов на металло-режущее оборудование в западном регионе в ноябре составило сумму в 60,02 млн. долларов, что на 6,1% меньше, чем в октябре, и на 28,9% меньше, чем в ноябре 2018 года. За 11 месяцев 2018 года на закупку станков было потрачено 731,24 млн. долларов, что демонстрирует снижение на 12,2% по сравнению с показателем предыдущего года.

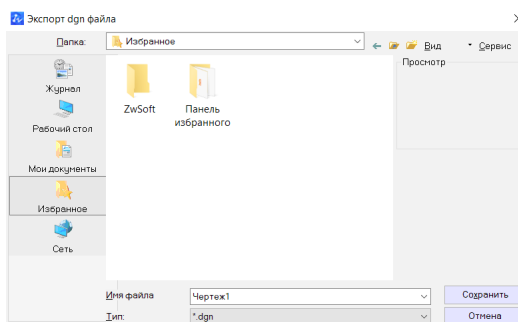


ОБНОВЛЕНИЕ ZWCAD 2020 SERVICE PACK 2

Компания ЗВСОФТ рада представить вниманию российских пользователей обновленную версию ZWCAD 2020 Service Pack 2. Как обычно, ZWCAD 2020 Service Pack 2 предлагает ряд нововведений и улучшений для удобства и повышения эффективности работы. Ниже представлены самые интересные и полезные из них.

DGN экспорт

DGN файлы используются, главным образом, при создании масштабных строительных проектов, к примеру, при проектировании дорог, конструировании мостов и судов. DGN экспорт позволяет экспортировать DWG файл в DGN формат, что обеспечивает корректный обмен данными между ZWCAD и другими проектными решениями, поддерживающими специализированный формат ".dgn", такими как MicroStation. Для того, чтобы экспортировать файл в DGN формат (в настоящее время поддерживается формат V8 DGN), можно использовать команды DGNEXPORT, -DGNEXPORT или ЭКСПОРТ (_EXPORT).

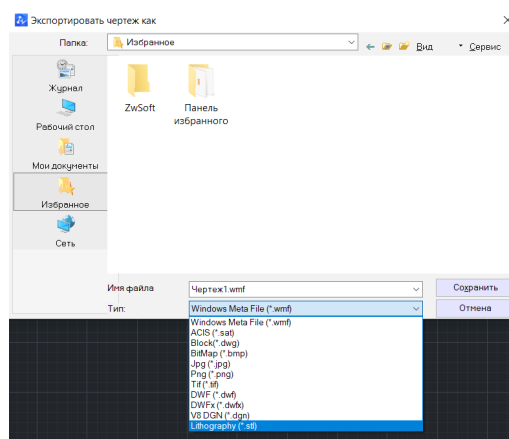


Экспорт 3D-тел в файл STL

Теперь ZWCAD поддерживает экспорт 3D тел и водонепроницаемых сеток в STL файлы, бинарные или текстовые. Экспорт в STL формат позволяет создать связь ZWCAD с CAD/CAM ре-

шениями (Solidworks, CATIA, Компас, ZW3D и т.д.) и 3D принтерами. Для выполнения экспорта в STL можно использовать команду ЭКСПОРТСТЛ (_STLOUT) или ЭКСПОРТ (_EXPORT).

* Данная функция поддерживается только версией ZWCAD Professional.



ПАКЕТНАЯ ВЫГРУЗКА НЕСКОЛЬКИХ ЛИСТОВ В ПРОСТРАНСТВО МОДЕЛИ

Выделение области

Раньше область, обрабатываемая командой ПЛОЩАДЬ (_AREA), выделялась только пунктиром по периметру, что могло вызвать сложности даже просто при ее визуальном определении на чертеже, а особенно проблематично было понять, добавляется либо вычитается конкретная область при выполнении расчетов. Теперь рассчитываемая область выделяется цветом: добавляемая область зеленым, а вычитаемая — коричневым.

Кроме того, теперь для определения области, вы можете использовать не только линии и дуги, но и контуры объектов.

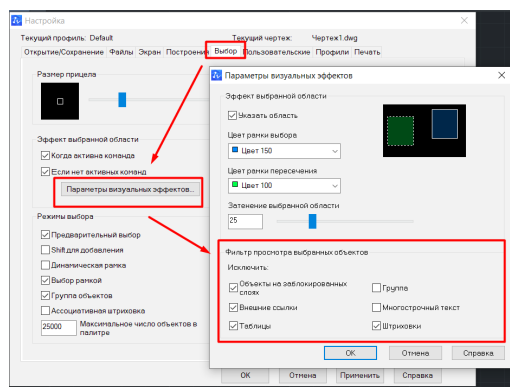


ОБЛАСТЬ1+ ОБЛАСТЬ2 (СЛЕВА) И ОБЛАСТЬ1- ОБЛАСТЬ2 (СПРАВА)

Фильтр для частичного отключения подсветки объектов при наведении курсора

Новый набор параметров под названием "Фильтр просмотра выбранных объектов" появился в диалоговом окне Настройки>Выбор>Параметры визуальных эффектов. Данный фильтр позволяет управлять тем, будут ли объекты данного типа подсвечены при наведении на них курсора.

Использование этого фильтра поможет избавиться от лишнего мигания при наведении курсора на объекты, которые часто встречаются и занимают значительную область чертежа, например, штриховки или внешние ссылки.



Новые PDF принтеры в списке принтеров по умолчанию

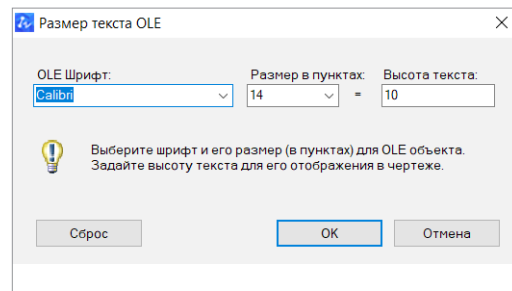
В список принтеров по умолчанию добавлено 4 новых PDF принтеров с различным разрешением. Это помогает пользователям сохранять чертежи в PDF файлы с различным качеством отображения элементов.

ZWCAD PDF(General Documentation).pc5
ZWCAD PDF(High Quality Print).pc5
ZWCAD PDF(Smallest File).pc5
ZWCAD PDF(Web and Mobile).pc5

Настройка размера текста OLE объектов

Теперь при создании нового OLE объекта можно задать шрифт, размер то-

чек и высоту текста в окне Размер Текста OLE. Для вызова диалогового окна нужно выделить OLE объект, вызвать контекстное меню и выбрать там пункт "Размер текста...".



OLE таблицы обычно используются для размещения в чертеже пояснений. Теперь можно масштабировать текст в OLE таблице, созданной на основе листа из Microsoft® Excel в соответствии с нужными стандартами, задав значения в окне Размер текста OLE.



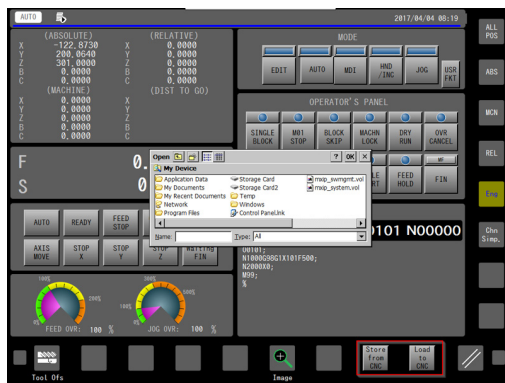
НОВИНКА В МОДЕЛЬНОМ РЯДУ ЧПУ FANUC: Oi-F PLUS

Не так давно произошло значимое обновление в линейке ЧПУ Oi – появилось новое поколение Oi – F PLUS. Это очень важный шаг вперед, особенно в применениях для обслуживания фрезерной группы. Ключевое отличие заключается в том, что большее количество опциональных функций, особенно для фрезерной версии ЧПУ – Oi – MF PLUS стали доступны в базовой комплектации.

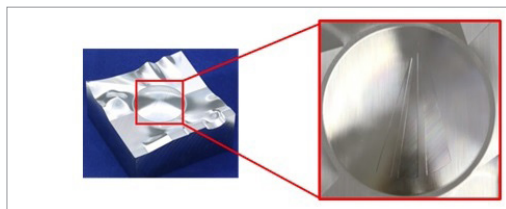


Что нового:

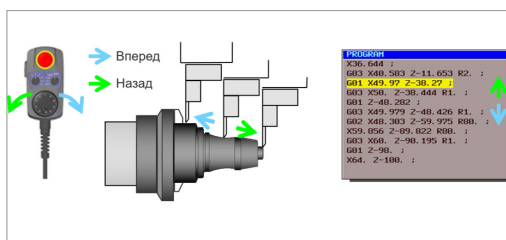
- Объем памяти в 2Мб теперь является стандартным для всех без исключения версий и подмоделей.
- Средства кастомизации интерфейса (FANUC Picture и т.д.) теперь доступны в базе для всех без исключения версий и подмоделей. Производитель станка может без труда создать собственный экран или серию экранов в интерфейсе, упрощающих, например, тех. обслуживание станка, управление станочной периферией или программирование нестандартной обработки.
- Максимальное количество шагов программы PMC теперь равно 24000 для всех подмоделей и версий. Ранее для бюджетных подмоделей Type 3 и Type 5 стандартом было 5000 шагов, и для сложного оборудования этого могло не хватать.



- Для всех подмоделей фрезерной версии Oi – MF PLUS, кроме Type 5, в базе доступен пакет высокоточной и высокоскоростной обработки, включающий в себя большое количество функций, в том числе аналог великолепно зарекомендовавшей себя функции интеллектуального контроля контура – AICC II с 400 кадрами предпросмотра. Для Type 5 в базе доступен AICC I, что также является значительным усовершенствованием.



- Для всех подмоделей фрезерной версии Oi – MF PLUS доступна функция отработки кадров УП путем вращения маховика. Очень полезная функция при отработке программы. При этом скорость перемещения инструмента зависит от скорости вращения маховика, и программу можно отрабатывать как в прямом, так и обратном направлении.



- Как для токарной, так и для фрезерной версии ЧПУ доступна опция резания с осцилляцией для дробления стружки. Данная функция позволяет за счет высокочастотной осцилляции привода устранить образование сливной стружки в процессе точения. Настраивается и программируется достаточно просто. Хорошее решение для тех случаев, когда избавиться от сливной стружки не получается за счет подбора режима или геометрии инструмента.



- И, собственно, ключевое обновление. Появилась подмодель Oi-F PLUS Type 0 с интерфейсом iHMI. Это очень важная новинка, особенно актуальная для фрезерного оборудования. Во-первых, она обладает очень удобным интерфейсом: простое графическое программирование, измерительные циклы, 3D – симуляция обработки; во-вторых, пакет функция высокоточной и высокоскоростной обработки позволяет добиваться классного результата, особенно при обработке сложной геометрии по



программе, созданной в САМ-системе; в-третьих, цена совсем незначительно отличается от предыдущего поколения. Самый оптимальный вариант – ЧПУ с 15” сенсорным дисплеем и QWERTY-клавиатурой. Стоит обратить внимание, что у Oi-F PLUS Type 0 в исполнении, когда ЧПУ интегрировано с дисплейным модулем (наиболее распространенное исполнение), нет разъема для аналогового управления преобразователем частоты шпиндельного мотора. Для задач модернизации подходит с некоторыми ограничениями.

MASTERCAM 2021 ТЕПЕРЬ ДОСТУПЕН ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПУБЛИЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Компания CNC Software сообщает, что пользователи с активной технической поддержкой могут принять участие в тестировании бета-версии Mastercam 2021. Цеха по всему миру имеют возможность протестировать Mastercam 2021 до его выпуска и предоставить ценные отзывы, чтобы помочь сформировать конечный продукт. Участники бета-программы на ранней

стадии получают представление о десятках новых мощных инструментов для простых и сложных задач.

Новые возможности:

- расширенную многоосевую обработку карманов;
- новую траектория 3 + 2 с автоматической черновой обработкой;
- усовершенствования 5-осевых траекторий Flowline и многое другое.

ЭФФЕКТ ПРИТЯГИВАЮЩЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛЕВИТАЦИИ ПОЗВОЛИЛ СОЗДАТЬ БЕСКОНТАКТНЫЙ СТАНОК С ЧПУ

Физики из Бразилии и США создали устройство на основе акустической левитации для переноса маленьких объектов. Благодаря тому, что контролируемый предмет левитирует на расстоянии нескольких микрон от генератора, устройство не может повредить или загрязнить объект. Это первый программируемый станок, способный перемещать объекты с помощью эффекта притягивающей левитации. Работа опубликована в Applied Physics Letters.

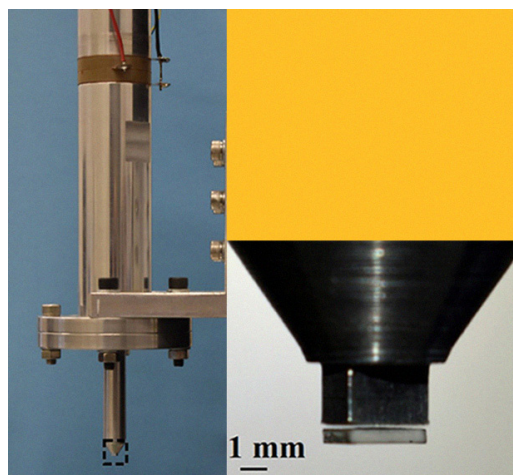


Контролируемое перемещение объектов малого размера имеет решающее значение в микроэлектронике, физике и биологии. В то время как в контроле больших объектов главную роль играет гравитация, манипулирование маленькими компонентами зачастую происходит поверхностными силами — например, электростатическими или ван-дер-ваальсовыми. Однако, поверхностные силы вызывают нежелательное сцепление контролируемых объектов с манипулятором, что может привести к загрязнению или повреждению хрупких деталей.

Для того, чтобы избежать этих проблем, группа физиков из Бразилии и США под руководством Асьера Марсо (Asier Marzo) построила станок для перемещения миллиметровых деталей,

который работает на основе эффекта притягивающей ультразвуковой акустической левитации. Такой метод, в отличие от магнитных, оптических и аэродинамических способов бесконтактного контроля, позволяет манипулировать широким спектром материалов, включая твердые тела, жидкости и даже живые существа.

Исследователи построили компьютерную модель, которая помогла определить необходимые параметры генератора ультразвука для создания манипулятора. Для этого физики рассчитали давление акустического излучения, а из него силу, которая действует на контролируемый объект. Физики выяснили, что при разном отношении размера генератора R к длине звуковой волны λ возникающая сила может как отталкивать объект, так и притягивать. Притягивающая сила возникает из-за того, что давление излучения положительно в центральной области объекта и отрицательно на краях, а отталкивающая — наоборот. Устройство, разработанное физиками, генерирует волны на частоте 21 кГц для создания удерживающей силы



СТАНОК, КОТОРЫЙ ИСПОЛЬЗУЕТ ЭФФЕКТ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛЕВИТАЦИИ ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ МАЛЕНЬКИХ ДЕТАЛЕЙ

в 0,15 миллиньютон — в результате объект постоянно находится на расстоянии в несколько микрон от генератора. Это первый раз, когда ученым удалось экспериментально продемонстрировать достаточно сильные эффекты притяжения при создании притягивающей акустической левитации.

Построенный станок с ЧПУ может захватывать и перемещать очень хрупкие объекты размером от нескольких микрон до нескольких сантиметров, такие как электромеханические устройства, кремниевые матрицы, микрооптические устройства и так далее.

ПЛАТФОРМА THINGWORX ПРИЗНАНА ЛИДЕРОМ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАТФОРМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ IOT

Компания PTC была названа лидером на рынке программных платформ промышленной IoT (IIoT) с платформой ThingWorx® – Industrial Innovation Platforms, в соответствии с новой оценкой от Forrester Research («The Forrester Wave™: Industrial IoT Software Platforms, Q4 2019»).

Платформа PTC ThingWorx® IIoT предлагает широкий набор возможностей, которые предоставляют промышленным компаниям функциональность и гибкость, предлагая при этом безопасность и масштабируемость, необходимые для развертывания решений IIoT на всех предприятиях.

В отчете Forrester Wave оценивались 14 поставщиков IIoT платформ в следующих категориях:

- текущее предложение продуктов, включая такие аспекты, как подключение, развертывание и безопасность;
- сила стратегий вендоров, таких как партнерская экосистема и коммерческая модель;
- присутствие на рынке, поскольку оно связано с количеством клиентов и подключенных устройств.

В исследовании Forrester также отмечается, что Стратегический альянс PTC с Rockwell Automation позволя-

ет PTC разрабатывать совместные ИТ/ОТ-решения, и расширяет присутствие PTC на рынке в новых отраслях и регионах.

ThingWorx является центральным элементом портфеля PTC IIoT и воплощает стремление PTC к инновациям. Она предназначена для сборки и запуска приложений действующего сетевого мира. С ее помощью возможно сократить временные, финансовые затраты и снизить риски, связанные со сборкой инновационных приложений для интеллектуальных сетевых изделий. Платформа предоставляет организациям уникальную возможность быстрой сборки и запуска сетевых приложений с целью реализации коммерческих возможностей, открываемых стремительно развивающимся миром интеллектуальных вещей.

«Мы рады, что нас признали лидером в области промышленных платформ программного обеспечения IIoT», – комментирует Джо Бирон (Joe Biron), главный менеджер по продукту ThingWorx и технический директор IoT в PTC. «Сочетание IoT и дополненной реальности дает нам конкурентное преимущество и позиционирует PTC, как ведущего поставщика решений для цифровизации производства».

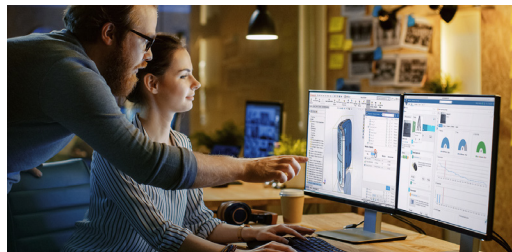
DASSAULT SYSTEMES ПРЕДСТАВЛЯЕТ ПАКЕТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ 3DEXPERIENCE

WORKS, ПРИЗВАННЫЕ ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРЕАТИВНОГО ПРОЦЕССА

Компания Dassault Systemes выпустила новые коммерческие пакетные предложения 3DEXPERIENCE WORKS, которые предоставляют пользователям SOLIDWORKS интегрированные и автоматизированные инструменты коллективной работы, позволяющие упростить креативный процесс и сэкономить время и ресурсы.

Новые предложения – Standard, Professional и Premium – включают пакеты со стандартными и премиальными приложениями, а также прикладную профессиональную подборку. Все приложения устанавливаются, лицензируются и получают обновления на базе платформы 3DEXPERIENCE, где также хранятся пользовательские данные. Данный подход позволяет заказчикам SOLIDWORKS использовать те же десктопные приложения, которые они применяли ранее для создания новых продуктов и уникального пользовательского опыта. При этом клиенты могут наслаждаться всеми преимуществами цифровой платформы: расширенными возможностями совместной работы, встроенными и простыми в использовании инструментами для управления данными, автоматическим обновлением программного обеспечения, а также гибким и удобным доступом к самым актуальным проектным данным, и все это – в рамках единого интерфейса.

Новые масштабируемые решения также включают приложения для проектирования нового поколения 3D Creator и 3D Sculptor, которые запускаются в любом браузере и доступны из любой точки мира. Это расширяет возможности пользователей при работе



с SOLIDWORKS, позволяя им выбирать из десятков мощных приложений 3DEXPERIENCE WORKS именно те, которые необходимы им для решения задач. Заказчики могут изучить и задействовать все сервисы, предлагаемые платформой, для достижения лидерства своей компании в области цифровой трансформации.

«Клиенты не нуждаются в простой разработке дизайна, они хотят точно знать, какие ощущения возникнут у потребителя будущего изделия. Для этого необходимо совершенствовать дизайн, моделирование, методики регулирования и управления, производственные аспекты и, что важнее всего, – процесс организации совместной работы всей цепочки людей, которые участвуют в создании ценности. Мы хотим предложить заказчикам дополнительные актуальные для их бизнеса опции и по этой причине упростили возможности использования и изучения 3DEXPERIENCE WORKS», – отметил Жан Паоло Басси (Gian Paolo Bassi), генеральный директор SOLIDWORKS, Dassault Systemes.

— Благодаря нашим новым коммерческим предложениям пользователи *SOLIDWORKS* сохраняют доступ к мощным десктопным приложениям, которые они уже давно знают и любят, а также получают значительные дополнительные преимущества. На платформе *3DEXPERIENCE* объеди-

нены все процессы, инструменты и команды, участвующие в разработке, проектировании, моделировании, производстве, продаже и обслуживании. Разумеется, наши клиенты по-прежнему имеют возможность приобрести автономную десктопную версию SOLIDWORKS при желании, но новые адаптированные под нужды

заказчиков пакеты помогут сэкономить время и уделить больше внимания созданию, разработке и реализации своих идей. Кроме того, мы планируем выпустить аналогичные предложения для образовательных учреждений и стартапов, чтобы помочь им максимизировать свою эффективность».

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЯДРО C3D ТЕПЕРЬ РАБОТАЕТ В СОСТАВЕ CAE-СИСТЕМ APM

В конце 2019 года компания НТЦ «АПМ» выпустила 17-ую версию расчетных систем линейки APM с геометрическим ядром C3D.

Программные компоненты ядра C3D Modeler и C3D Converter используются в пре- и постпроцессоре APM Studio, который отвечает за создание твердотельных и оболочечных моделей. Ядро выполняет конвертацию моделей и их доработку перед выполнением расчетов.

От точности полученных 3D-моделей зависит качество генерируемых конечно-элементных сеток, необходимых для проведения прочностного анализа конструкций в продуктах линейки APM.

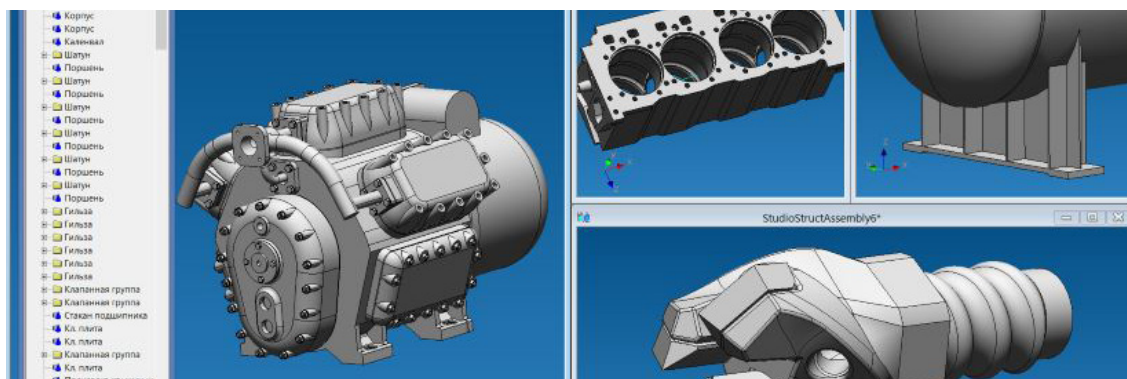
Работы по встраиванию и отладке ядра заняли около года. Какие изменения в результате произошли в APM Studio, рас-

сказывает Вадим Шелофаст, технический директор НТЦ «АПМ»:

«После перехода на новое ядро увеличилась точность и скорость выполнения булевых операций. Расширились функционал операций моделирования и поддержка импорта/экспорта моделей. Кроме того, появилась возможность частичной унификации разработки продуктов линейки APM и приложения экспресс-расчетов APM FEM для КОМПАС-3D».

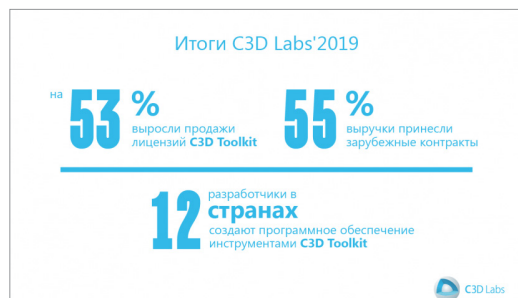
НТЦ «АПМ»

НТЦ «АПМ» с 1992 года занимается созданием программного обеспечения для инженерного анализа. Продукты компании охватывают весь спектр задач прочности, динамики, расчетов деталей машин, механики сплошных сред, теплофизики.



С3D LABS В 2019 ГОДУ: РОССИЙСКАЯ «ЯДЕРНАЯ» МАТЕМАТИКА ЗАРАБОТАЛА НА МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНТРАКТАХ БОЛЬШЕ ПОЛОВИНЫ ВЫРУЧКИ

С3D Labs, дочерняя компания АСКОН и разработчик геометрического 3D-ядра, в 2019 году увеличила выручку на 53%. Как и в предыдущие два года, больше половины дохода принесли международные контракты с технологическими компаниями и производителями инженерного программного обеспечения.



Компания поставляет на мировой рынок специализированные инструменты C3D Toolkit для разработки инженерного программного обеспечения: геометрическое ядро, решатель геометрических ограничений, движок 3D-визуализации, конвертеры данных, модуль преобразования полигональных моделей в CAD-модели. Продукты C3D Labs отличаются высокой наукоемкостью, сочетая в себе оригинальные математические алгоритмы и актуальные технологии разработки. С инструментами C3D Toolkit работают софтверные и промышленные корпорации из 12 стран, в том числе США, Великобритании, Италии, Испании, Турции, Японии. Поступления от зарубежных заказчиков составили 55% выручки (без учета роялти от продаж системы КОМПАС-3D, в которой компоненты C3D присутствуют исторически).

В 2019 году у C3D Labs появились новые заказчики, среди которых:



- Artec 3D, лидер на рынке ручных и портативных 3D-сканеров, известный проектами сканирования 44-го президента США Барака Обамы, Королевского флота Нидерландов, коллекции Государственного Дарвиновского музея в Москве. Компания использует геометрическое ядро C3D Modeler и конвертеры данных C3D Converter в собственных приложениях для обработки 3D-сканов.
- VR Concept, российский разработчик ПО для промышленной виртуальной реальности, который встроил конвертеры данных C3D Converter в свое VR-приложение, чтобы загружать и корректно читать 3D-модели различных CAD-форматов.
- CYPE, испанский разработчик ПО для архитектуры, инжиниринга и строительства. Компания уже выпустила на геометрическом ядре C3D Modeler систему для проверки информационной модели здания (BIM-модели).

Консорциум разработчиков инженерного программного обеспечения «РазвИТие», объединяющий компании АСКОН, НТЦ «АПМ», ADEM, ТЕСИС и Эремекс, рассматривает геометрическое ядро C3D как ключевой технологический компонент для построения сквозного PLM-решения и работы с едиными геометрическими данными. В свою очередь, ядро развивается с учетом требований, заданных консорциумом для решения задач высокотехно-

логичных отраслей промышленности, в частности, авиа- и судостроения. В C3D Toolkit уже реализованы или появятся в ближайших релизах новые операции поверхностного моделирования, построение и анализ сплайнов и поверхностей высокой степени гладкости, разворачивание поверхностей двойной кривизны на плоскость, новые операции гибки и штамповки листового тела, новые виды скругления ребер и граней.

Продолжается работа и с другими постоянными заказчиками – ведущим мировым поставщиком решений для проектирования электроники Altium, турецким разработчиком первой национальной CAD-системы Mubitek, шведской Elecosoft и корейской Solar Tech, ядерными центрами Госкорпорации «Росатом» РФЯЦ-ВНИИЭФ и РФЯЦ-ВНИИТФ, российскими разработчиками Renga Software, Нанософт, Тор, НИП-Информатика, БАЗИС-Центр, НТП «Трубопровод» и многими другими.

Все заказчики отмечают отзывчивость компании к их пожеланиям по развитию C3D Toolkit, а также качество и скорость технической поддержки. В прошлом году было отработано 1306 запросов на новую функциональность, исправления и улучшения.

Рост C3D Labs выражается не только в динамике бизнес-показателей – растет и команда разработки. В прошлом году к команде C3D Labs присоеди-

лись новые математики и программисты в R&D центрах в Коломне и Нижнем Новгороде.

Олег Зыков, директор C3D Labs:



«Выбор геометрического ядра для своего продукта определяет стратегию компании-разработчика на многие годы вперед. Заказчики должны быть уверены в нас, поэтому мы ценим их доверие и учитываем интересы каждого, становясь партнерами и даже коллегами по разработке. Нас уже выбрали компании – лидеры в самых инновационных сферах, а это значит, что российская «ядерная» математика получает по-настоящему мировое признание».

О C3D Labs

C3D Labs разрабатывает инструменты для создания инженерного программного обеспечения, в том числе геометрическое ядро — ключевой программный компонент трехмерных САПР. Компания основана в 2012 году на базе математического подразделения АСКОН, работавшего над ядром с 1995 года, и сегодня входит в АСКОН как дочерняя компания. Резидент ИТ-кластера инновационного центра «Сколково».



ТОП СИСТЕМЫ ОБЪЯВЛЯЕТ О НАЧАЛЕ РЕГИСТРАЦИИ НА IT-ФОРУМ «РОССИЙСКИЕ РЕШЕНИЯ T-FLEX PLM»

В Москве 26 мая 2020 г. компания «Топ Системы», разработчик российского программного комплекса T-FLEX PLM (CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/CRM/PM/MDM), проводит ежегодный IT-Форум «Российские решения T-FLEX PLM»! На IT-Форуме будет рассказано о практике импортозамещения и цифровой трансформации промышленности на основе российского программного комплекса T-FLEX PLM.

В рамках IT– Форума:

- Вы узнаете о развитии программного комплекса T-FLEX PLM. Будут показаны новые версии систем комплекса T-FLEX PLM и рассказано, какие задачи они решают;
- Вы обсудите интересующие вас вопросы с экспертами и разработчиками программного комплекса T-FLEX PLM и получите практические рекомендации для решения ваших задач;

- Вы встретите на площадке IT – Форума более 200 представителей ведущих предприятий и концернов, общаетесь с единомышленниками и обмениваетесь опытом реализации проектов.

На площадке форума вы сможете лично оценить все функциональные возможности программного комплекса T-FLEX PLM. IT-Форум компании «Топ Системы» будет интересен руководителям и ведущим специалистам инженерных и IT-подразделений, представителям отделов ОАСУП и САПР, конструкторам, инженерам и техническим экспертам, а также представителям технических ВУЗов.

Место проведения: Москва, ул. Ру-
саковская, дом 24, отель Holiday Inn
Moscow Sokolniki

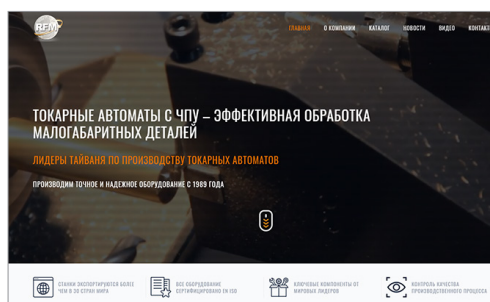
Дата: 26 мая 2020 г.

Участие бесплатное, регистрация обязательна.

ЗАПУСК РУССКОЯЗЫЧНОЙ ВЕРСИИ САЙТА КОМПАНИИ RAY FENG MACHINERY

В начале года компания "Перитон Инжиниринг" – официальный эксклюзивный представитель известного станкостроительного предприятия в Тайване компании Ray Feng анонсировала запуск русскоязычной версии сайта бренда. Ray Feng является экспертом по производству токарных автоматов с ЧПУ и производит высококачественные станки с 1989 года. Ресурс сделан с использова-

нием новейших web технологий и содержит простую и логичную структуру, понятную широкому кругу посетителей.



ГЛАВНАЯ СТРА-
НИЦА WWW.RAY-
FENG.RU

На сайте представлены:

- Актуальная информация о компании Ray Feng Machinery
- Масштабы производства
- Последние новости
- Полный каталог оборудования и видеообзоры
- История компании Ray Feng

О компании «Перитон Инжиниринг»

«Перитон Инжиниринг» — ведущая российская инжиниринговая компания, специализирующаяся на поставках современного промышленного станочного металлообрабатывающего оборудования и технологий из Европы, Тайваня, Японии для машиностроительных предприятий различных отраслей. Компания предлагает своим заказчикам инновационные технологии обработки

и комплексные решения по оснащению производств. «Перитон Инжиниринг» является официальным эксклюзивным представителем компании VICTOR Taichung в России и странах СНГ.

О компании Ray Feng Machinery

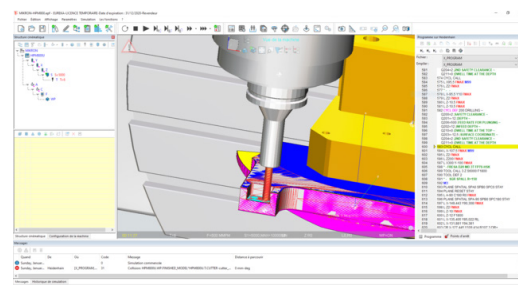
Ray Feng Machinery (Тайвань) — эксперт по производству токарных автоматов с ЧПУ начала свою деятельность по производству электромеханического оборудования более двадцати лет назад в 1989 году. Накопив огромный опыт и знания в сфере механической обработки, компания расширила свой бизнес, включив в него также и производство станков с ЧПУ с применением собственных новейших технологий. Продукция компании Ray Feng сейчас — это высококачественные токарные станки с ЧПУ.

TOPSOLID ПРЕДСТАВЛЯЕТ ДВА НОВЫХ ПРОДУКТА: TOPSOLID'CAMSIMUL И TOPSOLID'CAMOPTIMIZE

Благодаря партнерству с Roboris, TOPSOLID расширяет свою продуктовую линейку и представляет два новых решения: TopSolid'CamSimul и TopSolid'CamOptimize. Первое служит для проверки программ ISO, а второе — для оптимизации кодов ISO.

Итальянская компания Roboris является разработчиком программного обеспечения Eureka для симуляции на станках с ЧПУ. С помощью интеграции Eureka в среду TopSolid был создан TopSolid'CamSimul, который позволяет получить независимую и объективную проверку сгенерированного кода ISO.

Roboris также предлагает модуль



оптимизации, помогающий сократить время обработки программы ISO. Программное обеспечение постоянно регулирует скорость подачи, как внутри, так и снаружи материала. TopSolid'CamOptimize является интеграцией этого модуля с TopSolid'Cam. Теперь пользователи имеют возможность напрямую генерировать код ISO с оптимизированной скоростью подачи.

АСКОН В 2019 ГОДУ: 12 500 ЗАКАЗЧИКОВ И 1,7 МИЛЛИАРДА РУБЛЕЙ

В 2019 году компании АСКОН и системе КОМПАС исполнилось 30 лет — все это время создавались инструменты проектирования для инженеров и строились информационные системы предприятий. Бизнес компании вырос на 7 % — выручка составила 1,7 млрд рублей. За год у компании появилось 850 новых корпоративных заказчиков, и к концу 2019 число предприятий, использующих решения АСКОН, достигло отметки 12 500.



Достигнуть плановой выручки удалось благодаря усилиям трех бизнес-единиц и двух дочерних компаний:

- АСКОН-Системы проектирования создает САПР для машиностроения, приборостроения и строительства, а также решения для управления проектными работами в промышленном и гражданском строительстве.
- АСКОН-Бизнес-решения разрабатывает системы управления инженерными данными и жизненным циклом изделия.
- АСКОН-Интеграция поставляет программное обеспечение заказчикам и реализует комплексные проекты автоматизации.
- C3D Labs поставляет на международный рынок инструменты раз-

работки инженерного программного обеспечения, главный из которых — геометрическое ядро.

- Renga Software, совместное предприятие с фирмой «1С», разрабатывает программные продукты для проектирования зданий и сооружений в соответствии с технологией информационного моделирования (BIM-технологией).

Генеральный директор АСКОН

Максим Богданов: *«Последние новости обязывают делать более осторожные прогнозы на 2020 год. Но за 30-летнюю историю компании случилось разное, экономические условия менялись, иногда кардинально — и мы раз за разом отвечали на серьезные вызовы. АСКОН продолжит помогать заказчикам, машиностроительным предприятиям и проектным организациям, с решением их задач и последовательно реализовывать озвученные в 2019 году планы развития программных продуктов».*

Итоги в машиностроении

Сегодня программный комплекс АСКОН охватывает этапы жизненного цикла изделия от его проектирования до постановки в производство, предлагая работающие решения для цифровизации российского машиностроения. В состав программного комплекса входят система проектирования КОМПАС-3D с широким набором отраслевых приложений, система проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ, система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM, система управления производством ГОЛЬФСТРИМ и система управления нормативно-справочной информа-

цией ПОЛИНОМ:MDM.

Совместно с партнерами по консорциуму «РазВИТие», компаниями НТЦ «АПМ», АДЕМ, ТЕСИС и ЭРЕМЕКС, АСКОН расширяет свое решение и строит «тяжелый» PLM-комплекс, включающий инженерные расчеты, проектирование электронной аппаратуры, подготовку программ для ЧПУ-станков. Планы АСКОН рассчитаны до 2025 года и предполагают эволюционный путь от последовательного улучшения продуктов для текущих заказчиков до возможности проектирования сложных изделий авиа- и судостроения. Осенью была представлена новая итерация программного комплекса консорциума — «РазВИТие 2.0», которая поддерживает технологию цифрового двойника на стадиях проектирования и производства. В качестве ключевого технологического компонента консорциум рассматривает геометрической ядро C3D от дочерней компании АСКОН — для построения сквозного PLM-решения и работы с едиными геометрическими данными.

С каждым годом САПР-инструменты и ИТ-системы, которые создает АСКОН, становятся все сложнее — как и продукция наших заказчиков.

- «АэроВолга» — единственная в России компания, которая поставляет на зарубежный рынок самолеты-амфибии. BOREY — это первый самолет, полностью спроектированный в КОМПАС-3D. С заказчиком работает АСКОН-Самара.

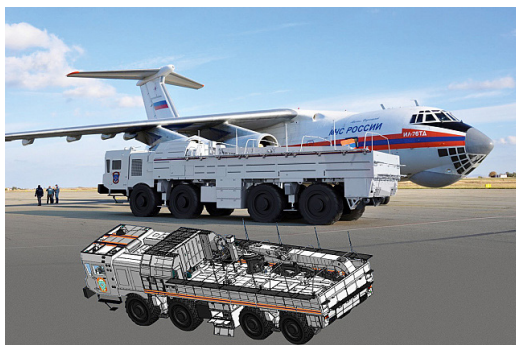


BOREY ПОЛНОСТЬЮ СПРОЕКТИРОВАН В КОМПАС-3D, ВКЛЮЧАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ И ОБВОДЫ КОРПУСА, ПО КОТОРЫМ НА СТАНКАХ С ЧПУ И 3D-ПРИНТЕРАХ БЫЛИ ИЗГОТОВЛЕНЫ МАСТЕР-МОДЕЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАБОЧИХ МАТРИЦ

- Компания «ПК Транспортные системы» проектирует в системе КОМПАС-3D новые образцы электротранспорта, включая первый в России беспилотный трамвай. В 2019 году предприятие развернуло внедрение программного комплекса АСКОН, чтобы объединить инженерные службы трех производственных площадок в единую цифровую среду. Этот проект реализует Региональный центр АСКОН-Волга.

- В 2019 году успешно завершился первый этап ходовых испытаний атомного ледокола «Арктика», построенного «Балтийским заводом». Подготовка производства изделий машиностроительной части ледокола автоматизирована с помощью программного комплекса АСКОН: систем ЛОЦМАН:PLM, ВЕРТИКАЛЬ, ПОЛИНОМ:MDM и других. Проект реализован командой АСКОН-Северо-Запад.

- В ФНПЦ «Титан-Баррикады» весь контур управления информацией об изделии автоматизирован с помощью программного комплекса АСКОН. Обеспечена интеграция PLM с ERP-контуром. Для прочностного анализа сборок, созданных в КОМПАС-3D, конструкторы используют систему APM FEM (разработка НТЦ «АПМ»). В единый информационный контур вписаны расчетчики — они моделируют движение жидкости и газа с учетом различных физических эффектов с помощью FlowVision (ТЕСИС). Таким образом, в проекте цифровизации предприятия участвуют три из пяти компаний консорциума «РазВИТие». Тестируется система проектирования печатных плат Delta Design от еще одного участника консорциума — компании ЭРЕМЕКС. Внедрением и адаптацией ПО под задачи предприятия занималась команда АСКОН-Юг.



Итоги в промышленном и гражданском строительстве (ПГС)

Как и в машиностроении, АСКОН формирует комплексное ИТ-решение для поддержки жизненного цикла объекта строительства на его различных этапах.

Сегодня компания предлагает заказчикам:

- BIM-систему Renga для проектирования архитектуры, конструкций и инженерных систем зданий;
- систему для автоматизации проектирования технологических цехов и участков на основе Строительной конфигурации КОМПАС;
- систему управления проектной организацией Pilot-ICE Enterprise и первое российское решение для работы с консолидированными моделями Pilot-BIM;

У каждого решения есть дорожная карта развития, которая включает разработку инструментов для более тесной интеграции продуктов в единую систему управления глобальной моделью здания.

Среди наиболее масштабных и значимых проектов 2019 года:

- Построение ИТ-системы для взаимодействия всех участников строительства терминала С аэропорта Шереметьево на основе Pilot-ICE Enterprise. Решение выбрала компания «ТПС Недвижимость», которая выступила техническим заказчиком реконструкции терминала. Проект



УНИВЕРСАЛЬНАЯ МАШИНА МЧС ОТ ФНПЦ «ТИТАН-БАРИКАДЫ», КОТОРАЯ ПОСТОЯННО МОДЕРНИЗИРУЕТСЯ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ

реализован Региональным центром АСКОН-Центральная Россия.

• Пилотный проект ФАУ «ФЦС» по прохождению государственной экспертизы в информационной модели. В Renga была создана комплексная информационная модель общеобразовательной школы, которая успешно прошла оценку госэкспертизы. Таким образом, российское ПО, включая BIM-систему Renga, доказало свою конкурентоспособность в информационном моделировании.



КОМПЛЕКСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ, СОЗДАННАЯ В Renga

Переход Проектного управления АВТОВАЗа на новую систему управления проектной документацией Pilot-ICE Enterprise. Это проект АСКОН-Волга.

Проект реставрации дома-музея А. П. Чехова с помощью систем Renga в ФГУП «Центральные научно-реставрационные проектные мастерские».

Импортозамещение

Уже несколько лет АСКОН предлагает заказчикам заменять зару-

бежные программы на ПО АСКОН в рамках акции «Трейд-ин». Интерес к программе импортозамещения АСКОН показывает стабильный рост — в 2019 году в акции приняли участие 42 предприятия. Системы КОМПАС-3D, КОМПАС-График, ЛОЦМАН:PLM, ЛОЦМАН:КБ и ВЕРТИКАЛЬ заменили зарубежные на более чем 800 рабочих местах.

Важные события

Своеобразным промежуточным итогом наращивания функциональности КОМПАС-3D стал проект, присланный заказчиком на конкурс 3D-моделирования, который проводит АСКОН. Это цифровая модель завода с технологическим оборудованием от новосибирского ООО «ОКБ», состоящая из более чем 3,5 миллионов компонентов!

Осенью консорциум «РазвИТие» и Санкт-Петербургский государственный морской технический университет подписали соглашение о стратегическом партнерстве в сфере подготовки инженерных кадров. Университет получил доступ к современным ИТ-инструментам для организации новых направлений обучения, а консорциум — центр компетенций, который будет способствовать адаптации продуктов PLM-комплекса под задачи цифрового производства судостроительных предприятий.

В декабре подписано еще одно важное соглашение — с Комсомольским-на-Амуре государственным университетом. Вуз будет работать с программными продуктами АСКОН для организации обучения по направлению «Кораблестроение» и станет центром компетенции по развитию отраслевых решений АСКОН.

С3D Labs, дочерняя компания

АСКОН и разработчик геометрического 3D-ядра, продолжает укреплять свои позиции на глобальном рынке. Больше половины дохода ей принесли международные контракты с технологическими компаниями и производителями инженерного программного обеспечения в сферах CAD, CAM, BIM, VR, 3D-сканирования и цифрового производства.

Планы на 2020

В 2020 году АСКОН обновит практически все свои продукты.

Выйдет новая, 19-я, версия КОМПАС-3D с новыми возможностями 3D-моделирования, в том числе построения и анализа сложных кривых и поверхностей.

В системе управления жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM появится управление требованиями к изделию и ведение испытаний, в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ и ПОЛИНОМ:MDM — управление производством собственных материалов.

Только что состоялась премьера нового BIM-решения для заказчиков строительного проекта, девелоперов, проектировщиков и подрядчиков, ведущих работу по технологии информационного моделирования. Это Pilot-BIM, первое российское решение для работы с консолидированными моделями. Новые версии продукта будут выходить ежеквартально.



MODULEWORKS И TOPSOLID ЗАКЛЮЧИЛИ ПАРТНЕРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ НАД РЕШЕНИЯМИ ДЛЯ 5-ОСЕВОЙ ОБРАБОТКИ

МoduleWorks и TOPSOLID подписали партнерское соглашение, которое позволяет TopSolid использовать компоненты для 5-осевой обработки ModuleWorks, чтобы ускорить процесс разработки программного обеспечения, а также повысить производительность и функциональность своих 5-осевых решений.

Интегрированные в решение TopSolid 5-осевые компоненты ModuleWorks дают возможность TopSolid предлагать полный спектр циклов черновой и чистовой обработки для сложных фрезерных операций, включая оптимизированные и полностью автоматизированные циклы для многолопаточных деталей. Компоненты ModuleWorks предназначены для быстрой и легкой интеграции, которая помогает TOPSOLID ускорить разработку и развертывание продукта. 5-осевое решение TopSolid с интегрированной технологией ModuleWorks будет доступно в 2020 году для отдельных пользователей TopSolid и планируется к общему выпуску в 2021 году.



«Мы стремимся к тому, чтобы наши клиенты всегда были на шаг впереди благодаря новейшим функциям и технологиям», — объясняет Патрис Тибери (Patrice Tiberi), директор по продуктам и стратегиям TOPSOLID. «ModuleWorks помогает нам достичь этого, поскольку они предлагают полный спектр ведущих в отрасли компонентов, которые можно быстро интегрировать в наши решения. Это не только сокращает время выхода на рынок, но и снижает наши затраты на разработку ПО».



ДВИГАТЕЛЬ МОТОЦИКЛА, РАЗРАБОТАННЫЙ И ИЗГОТОВЛЕННЫЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TOPSOLID

«Мы рады работать вместе с TOPSOLID», — говорит Хейко Вебер (Heiko Weber), руководитель отдела цифрового производства в ModuleWorks. «Приятно видеть, как наши программные решения продвигают TOPSOLID на шаг вперед в своей стратегии по созданию инновационного, всеобъемлющего и уникального портфеля для различных отраслей промышленности. Мы рассчитываем на дальнейшее успешное сотрудничество».

5-ОСЕВЫЕ ТРАЕКТОРИИ MODULEWORKS ДЛЯ МНОГОЛОПАТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Интервью Graham Immerman, директора по маркетингу MachineMetrics

АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

АМЕРИКАНСКИЙ СТАРТАП MACHINEMETRICS, РАЗРАБАТЫВАЮЩИЙ АНАЛИТИЧЕСКУЮ ПЛАТФОРМУ ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА ПОСЛЕДНИЕ ПАРУ ЛЕТ СТАЛ НОВОСТНЫМ ХЕДЛАЙНЕРОМ: ТО КОМПАНИЯ ПОДНИМАЕТ ОЧЕРЕДНОЙ МНОГОМИЛЛИОННЫЙ РАУНД ИНВЕСТИЦИЙ, ТО ЗАКЛЮЧАЕТ ПАРТНЕРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ С КРУПНЫМ ИТ-ИНТЕГРАТОРОМ, ТО ПРО НИХ ПИШЕТ FORBES, ВКЛЮЧАЯ В ТОП25 СТАРТАПОВ, НА КОТОРЫЕ СТОИТ ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ. ЗАСЛУГА СТОЛЬ ВЫСОКОЙ МЕДИА-АКТИВНОСТИ, НА МОЙ ВЗГЛЯД, ЗАКЛЮЧАЕТСЯ КАК В ОЧЕНЬ ПЕРСПЕКТИВНОМ И ВОСТРЕБОВАННОМ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ПРОДУКТЕ, ТАК И В ПРОФЕССИОНАЛИЗМЕ МАРКЕТИНГОВОЙ КОМАНДЫ. В ЭТОМ Я СМОГ УБЕДИТЬСЯ В ХОДЕ БЕСЕДЫ НА ЕМО 2019 С ГРЭМОМ ИММЕРМАНОМ, ОТВЕЧАЮЩИМ ЗА ПРОДВИЖЕНИЕ MACHINEMETRICS В МИРЕ. ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА СВОЕЙ ПРОФЕССИИ И ДОЛЖНОСТИ ГРЭМ НЕПЛОХО РАЗБИРАЕТСЯ В “СТАНОЧНЫХ ДЕЛАХ” И ОБЛАДАЕТ ЭКСПЕРТИЗОЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, КОТОРЫЕ ЕГО КОМПАНИИ ОДНОЙ ИЗ ПЕРВЫХ НА РЫНКЕ НАУЧИЛАСЬ ПРИМЕНЯТЬ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СНИЖЕНИЯ ПРОСТОЕВ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ. ДАВАЙТЕ РАЗБИРАТЬСЯ, ЧЕМ ЖЕ MACHINEMETRICS ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ПРОЧИХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ РОССИЙСКИХ ПРОДУКТОВ, КОТОРЫМ “ПЛАНЕТА САМ” УДЕЛЯЕТ ДОСТАТОЧНО ПРИСТАЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ.



Здравствуйте, Грэм. Для вас это первое ЕМО?

Для компании это действительно первое ЕМО, но мы не первый раз в Ганновере. В апреле мы были на Hannover Messe, вместе с нашим партнером, было отличное мероприятие, которое сподвигло нас вернуться.

Что такое MachineMetrics?

MachineMetrics — это революционная IoT-платформа для дискретного производства. Мы работаем в самой большой индустрии с наименьшим проникновением цифровизации. По существу, многие производители сегодня не могут видеть, что происходит в цеху в режиме реального времени. MachineMetrics предоставляет простую в использовании платформу, которая объединяет каждую единицу промышленного оборудования, независимо от бренда и года выпуска, отправляет данные в платформу, делает эти данные активными для определенного круга производителей, начиная от оператора, помогая ему повысить производительность станка и заканчивая владельцами бизнеса, стремящимися улучшить экономику производства. Кроме того, платформа полезна производителям станков, которые хотели бы оптимизировать использование оборудования заказчиками.

На рынке сейчас довольно много систем мониторинга оборудования. Даже за этой стеной (стенда) компания

представляет аналогичный продукт. Чем вы отличаетесь?

Точно. Это отличный пример. Компания позади нас (соседний стенд был у компании Цифра — примеч.) утверждает, что делает тоже самое и заказчики начинают путаться, какая компания что делает. Конкуренты используют сенсоры, чтобы сказать, что происходит со станками. Но станки, сами по себе, могут рассказать куда больше. Большинство PLC имеют более сотни точек данных: скорость, подача, ускорение, параметры диагностики, количество обработанных деталей и так далее. Мы построили уникальное решение, создав программные адаптеры, которые собирают все эти данные напрямую из PLC. Конкурентам понадобятся годы, чтобы сделать подобное. И это не просто сбор данных, это еще и стандартизация данных. Есть OPC UA, UMATI, MTConnect, Fanuc Focas, Siemens, Heidenhain — и каждый язык отличается от другого. MachineMetrics приводит к единому стандарту все эти разнообразные данные до того, как мы строим аналитику.

Большинство производителей станков предлагают свои системы мониторинга.

Если бы вы провели на нашем стенде три дня, то увидели бы здесь директоров ведущих компаний-производителей станков с ЧПУ. Клиенты не хотят покупать

ПО у производителей станков, и причина заключается в многообразии оборудования в цехах. Тем не менее, производители станков сами хотят получать информацию о работе своих станков для оптимизации и предоставления лучшего сервиса.

Расскажите историю создания компании и продукта.

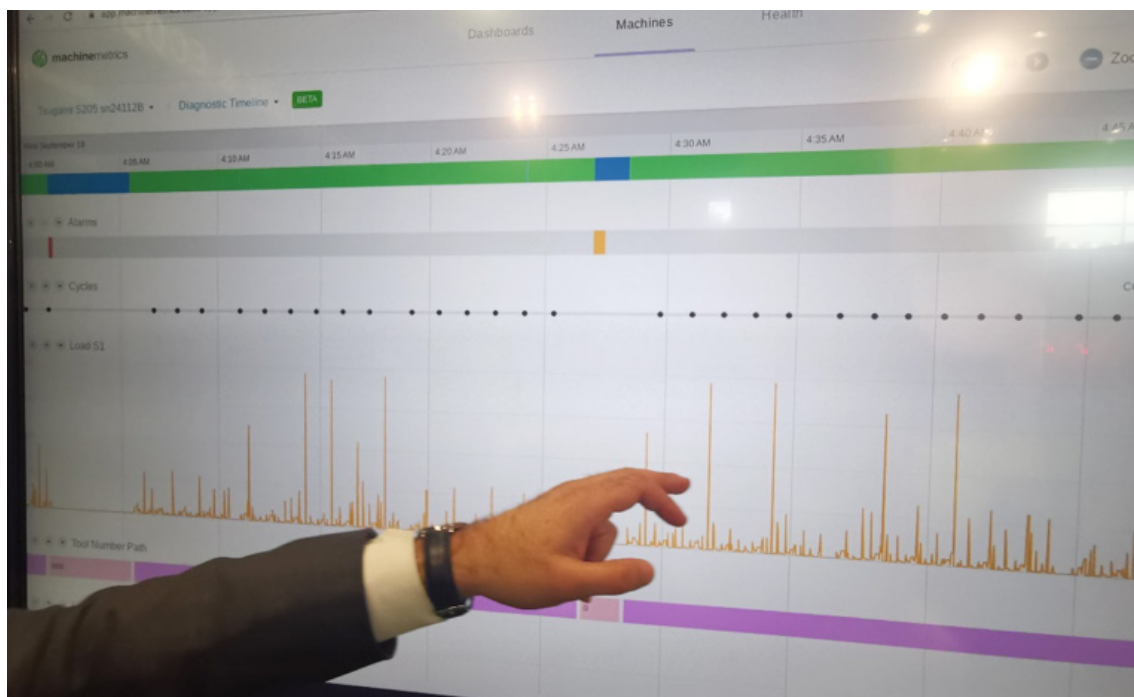
Компания была основана в 2015 году Эриком Фоггом (Eric Fogg), который был инженером и работал на производстве. Каждый день он задавался вопросами о том, почему мы не сделали столько деталей, сколько собирались, почему станки простаивают. Еще один со-основатель — Билл Байзер (Bill Bither), являющийся нашим генеральным директором. MachineMetrics — это частная компания, у нас 65 сотрудников, хотя еще в прошлом году было 30.

Где вы берете деньги для такого стремительного развития?

Очень хороший вопрос. От наших клиентов, которые платят. У нас сотни клиентов и тысячи подключенных станков. И не только в США, в разных странах. Сейчас мы активно продвигаемся в Европу и Азию, в том числе Индию. Второй источник — мы подняли ряд инвестиций, 9 месяцев назад получили 12 миллионов долларов.

В чем преимущества продукта?

Это не столько функционал, сколько случаи использова-



ния. Например, это то, как мы предоставляем информацию о состоянии станка при поломке, чтобы сервисные службы быстрее могли разобраться и запустить станок в работу. Второе — это наша специализация: MachineMetrics сфокусирован на дискретном производстве. Мы не мониторим газовое или котельное оборудование, поезда. И это позволяет получать больше опыта именно со станками и лучше понимать потребности заказчика в этой сфере.

В последнее время много говорят про искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии успешно используются в процессной индустрии. Как обстоят с этим дела в дискретной промышленности, и что вы предлагаете?

Никто на этой выставке не делает того, что делаем мы. Большинство предприятий

не знает, что прямо сейчас происходит в цеху. ИИ изучает что происходит, что уже произошло — для того, чтобы предсказать, что произойдет. ИИ автоматизирует эти процессы. Вы не можете этого сделать, пока не совершите первый шаг в том, что мы называем “аналитическое путешествие” — ответите на вопросы: что происходит прямо сейчас и почему это происходит. Эти этапы мы называем описательной и диагностической аналитикой. Эти данные становятся топливом для машинного обучения. Для ИИ есть различные сценарии использования. Например, предсказание аномалий, которые могут привести к поломке станка или инструмента.

Как это выглядит в реальной жизни? Как это реализовано в вашей системе?

Аномалии не всегда коррелируются с проблемой. Мы

детектируем аномалии и знаем, что произошло на станке после. С большим объемом данных в облаке вы можете обучить алгоритмы и при возникновении аномалий информировать оператора и дать ему определенные рекомендации.

Какие технологии или продукты вы используете для хранения и обработки данных?

Мы используем AWS (Amazon Web Services). У нас в команде большая команда дата-сайентистов, которые работают не только над предсказанием проблем у заказчиков, но смотрят на данные с промышленного уровня. Интересный пример — почему на одном из предприятий часть станков выдает аварийные сообщения в 2 раза чаще, чем другая часть. Попробуйте угадать.

Ммм...

Изменение сезона! Разни-



ца в температуре и уровне влажности, которые, как оказалось, сильно влияли на часть оборудования. Это интересно знать. В данном случае контроль и поддержания постоянного уровня влажности позволяет снизить простои. Еще один пример — большинство производств верят, что время полезного использования оборудования находится в пределах 60-80%. Они ошибаются, реальные цифры близки к 27%.

MachineMetrics — полностью облачное решение?

Да, мы предлагаем облачную платформу. Заказчики могут разместить платформу в частном виртуальном облаке. Кроме того, мы используем EDGE-компоненты.

Многие клиенты просто не хотят работать с облаком. Как быть с приватностью данных?

Такие компании как Amazon и Google тратят миллиарды на инфраструктуру и без-

опасность данных. Облако дает большую ценность, и мы хотим, чтобы наши заказчики развивались — если вы изучаете данные с вашего on-premise решения, то вы изучаете лишь свой опыт.

Какое железо используется для подключения станков?

Это EDGE-устройство, использующее наши программные адаптеры. Это не наша разработка, OEM-решение, которое мы кастомизируем. Пользователи прозвали девайс “маленьким зеленым ящиком”. Устройство напрямую соединяется со станком, собирает и отправляет данные в платформу посредством Ethernet, W-Fi или мобильной сети.

Как вы работаете со старыми станками?

Этих станков очень много, они везде. В этом случае можно использовать дополнительные сенсоры, которые передают данные в наше EDGE-устройство.

Какова бизнес-модель

MachineMetrics?

Годовая подписка. Цена зависит от объема и региона. Например, для цеха с 10 станками в США стоимость будет 1200 долларов в год за станок. Но в эту стоимость включен весь функционал. Думаю, здесь уместно говорить о ROI, и обычно срок возврата инвестиций составляет менее одного месяца.

Грэм, спасибо за интервью и удачи MachineMetrics!

P.S.

На сайте <https://www.machinemetrics.com/> есть очень интересный раздел, в котором технические специалисты компании делятся наблюдениями и даже алгоритмами, использующимися при создании ИИ-функционала. Постараемся в ближайшее время перевести и с разрешения MachineMetrics опубликовать некоторые из наиболее ценных на наш взгляд статей.

Интервью Michal Vosecky, Application Engineer, Cimco

АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

СИМСО ЛЮБЯТ И ЦЕНЯТ НЕ ТОЛЬКО НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ – ДАТСКИЙ РАЗРАБОТЧИК ИЗВЕСТЕН ВО ВСЕМ МИРЕ, А ЕГО ПРОГРАММНАЯ ЭКОСИСТЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ДЕСЯТКА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ РАБОТЫ СО СТАНКАМИ С ЧПУ ДЕ-ФАКТО ЯВЛЯЕТСЯ СТАНДАРТНОМ В РЕДАКТИРОВАНИИ И ПЕРЕДАЧЕ УП. ЗА ДЛИТЕЛЬНУЮ ИСТОРИЮ СВОЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ КОМПАНИЯ ОБЗАВЕЛАСЬ ОФИСАМИ В РАЗНЫХ СТРАНАХ И НА ЕМО 2019 МНЕ УДАЛОСЬ ПОБЕСЕДОВАТЬ С МИКАЛОМ ВОСЕЦКИ, СОТРУДНИКОМ ЧЕШСКОГО ОФИСА, КОТОРЫЙ СПЕЦИАЛИЗИРУЕТСЯ НА РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ MDC-MAX, ФИРМЕННОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА СТАНКОВ С ЧПУ ОТ СИМСО.

Здравствуйте, Микал. Что Cimco демонстрирует в этом году на ЕМО?

Если говорить про наши продукты для мониторинга станков, то мы показываем новый веб-интерфейс. Это второе поколение веб-интерфейса, очень мощное, быстрое и с переработанным интерфейсом. То, что вы сейчас видите на экране, называется Live Screen, здесь отображается текущий статус вашего станочного парка. Он полностью настраиваемый пользователем.

С какими станками “дружит” Cimco MDC-Max?

Мы поддерживаем все станки с Ethernet, например с УЧПУ Fanuc, станки с MTConnect, Mazak, DMG Mori, OKUMA, Heidenhain, Siemens PLC и различные модели Sinumerik, Mitsubishi. В этом году мы разработали программный адаптер, который может быть установлен в станки с Sinumerik 840D и с Windows XP, и позволяет легко читать такие данные. Кроме того, представлен



новый “индустриальный” протокол Modbus, который коммуницирует с сенсорами и устройствами ввода-вывода и новый Flat File протокол, позволяющий, например, читать данные с измерительных машин. Часто подобные машины генерируют текстовый файл, который мы можем парсить в режиме реального времени и выводить информацию о работе оборудования на экран. **Как вы подключаетесь к старым станкам или станкам без ЧПУ?**

Для устаревших станков мы используем аппаратное обеспечение от Моха, в частности устройства Моха

ioLogik. В этом случае обычно сбор сигналов идет от световой колонны (светофора) или электроавтоматики станка.

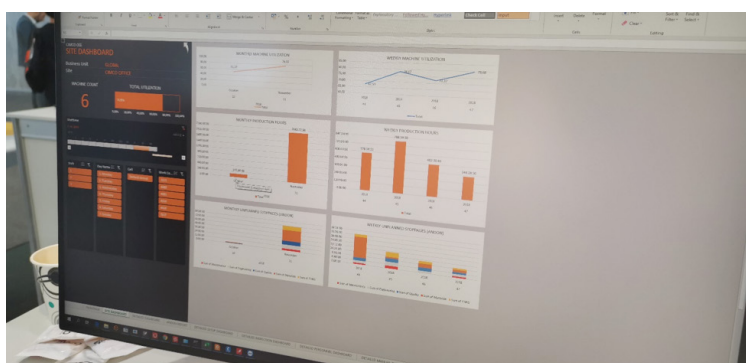
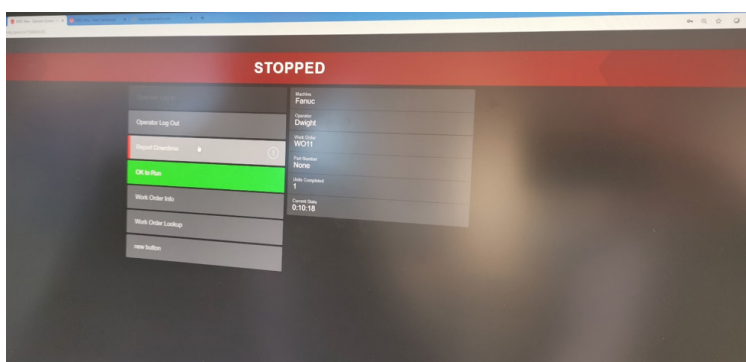
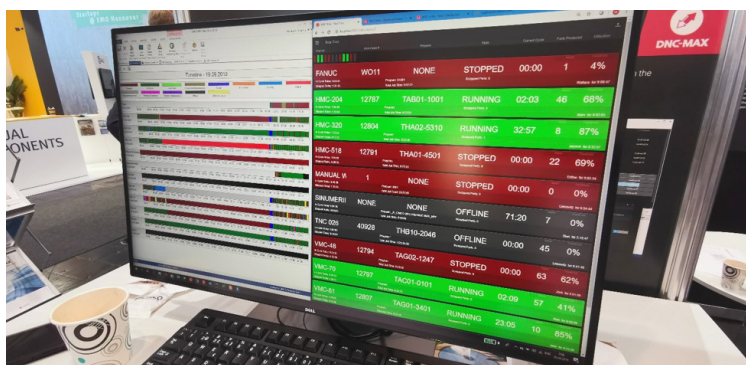
Если говорить про современные станки можно ли увидеть скорость, подачу и прочие технологические параметры в реальном времени?

Да, разумеется. Скорость, подача, корректора режимов. В следующей версии будет доступен параметр нагрузки на шпиндель для Fanuc, Sinumerik, MTConnect и Heidenhain.

Каков интервал опроса?

1 секунда.

Как MDC-Max интегрируется с MES и ERP системами?



Для этого у нас есть новый модуль External I/O, который умеет общаться с SQL, MySQL, Oracle. Он используется в том числе для интеграции с системами управления производством,

и оператор может получать информацию о рабочем задании.

Как развиваются аналитические возможности MDC-Max?

Смотрите, на экране отчет

ОЕЕ с крупного предприятия в Канаде. Мы можем строить отчеты и видеть в режиме реального времени, что там происходит. Новая фишка — то, что вы видите на Live Screen, можно сохранить как снимок (snapshot), передать в базу данных и затем использовать в системах класса BI (Business Intelligence). В Excel появилась возможность динамически подключаться к нашей базе и быстро строить требуемые вам отчеты.

Как много заказчиков MDC-Max в Чехии?

Около 100 предприятий.

Видите ли вы возрастающий интерес к продуктам MDC в мире?

Да, определенно. И много приходит запросов на интеграцию с ERP системами.

Кто для вас главный конкурент?

Это зависит от страны. В Чехии у нас есть локальные конкуренты, но мы на первом месте.

Когда вы покупаете станок, например Mazak или станок с ЧПУ Heidenhain, у вас появляется возможность получить фирменное ПО непосредственно от производителя. Это здорово, вы можете читать много данных со станка, но возникает ряд вопросов и трудностей: как интегрироваться с ERP системой, как ввести причины простоя, как отправлять уведомления? Поэтому главное определить, что действительно вам нужно для решения актуальных задач.

WINDOWS-ИНТЕРФЕЙС (СЛЕВА) И НОВЫЙ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙС

ВЕБ-ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ОПЕРАТОРА СТАНКА

АНАЛИТИКА CIMCO MDC-MAX В EXCEL

ТРАДИЦИОННОЕ ФОТО НА СТЕНДЕ С ПИТЕРОМ ИЕНСЕНОМ (PETER JENSEN), ДИРЕКТОРОМ И СОСНОВАТЕЛЕМ CIMCO

Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 1)

ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG); ПЕРЕВОД: АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

ОТ РЕДАКЦИИ: РАЗРАБОТЧИК ПРОМЫШЛЕННОЙ ИОТ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ, КОМПАНИЯ MACHINOMETRICS В СВОЁМ БЛОГЕ ОПУБЛИКОВАЛА СЕРИЮ ИЗ 4 СТАТЕЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫМ МЕТОДАМ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ АНАЛИТИКИ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАННЫХ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ. ПРЕДЛАГАЕМ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ ПЕРВУЮ ПУБЛИКАЦИЮ, В КОТОРОЙ ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG), ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР-ПРОГРАММИСТ ПО ОБРАБОТКЕ И АНАЛИЗУ ДАННЫХ MACHINOMETRICS РАССКАЗАЛ О НОВОМ СПОСОБЕ АВТОНОМНОГО МОНИТОРИНГА СТАНОЧНЫХ АНОМАЛИЙ.

ОБРАБАТЫВАЮ-
ЩИЙ ЦЕНТР MAZAK
INTEGREX I-150.
ОЧЕНЬ КЛЕВЫЙ.
СИЛЬНО ОРАНЖЕ-
ВЫЙ. ОЧЕНЬ ПРО-
ДВИНУТЫЙ

В мире ЧПУ-обработки многие операторы изо всех сил стараются держать свои станки в соответствии с графиком и работающими эффективно. Непредвиденные события способны повлиять на производительность станка, и значительная часть этих неожиданностей приводит к дорогостоящему ремонту. Станки могут стоить более миллиона долларов, плюс материалы и рабочая сила значительно добавляют производственных затрат. Поэтому время простоя станка — плохо и дорого.

Мы осознали, что это является огромной проблемой для наших клиентов, и что недостаточно просто отслеживать производительность станков. Стало критически важным попытаться использовать нашу базу данных, содержащую миллиарды точек данных процесса обработки на станках для того, чтобы спрогнозировать поломки и заранее отправить уведомления операторам.

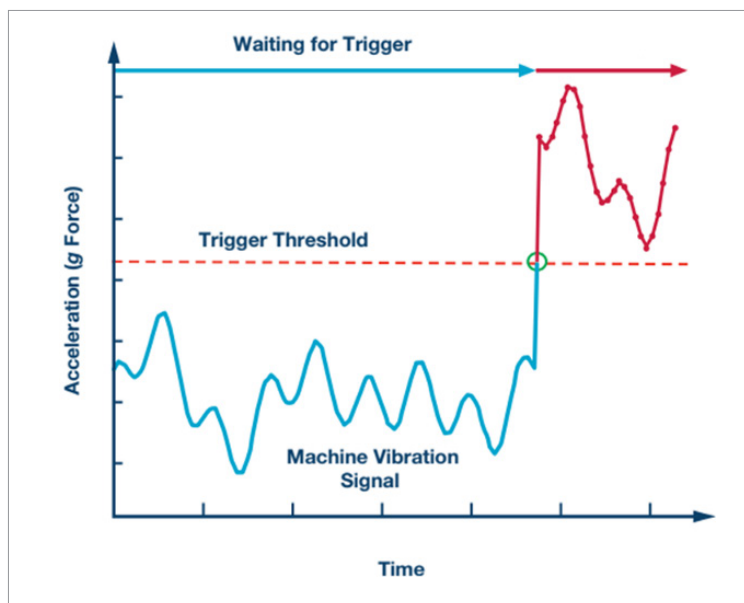


Отзывы отраслевых экспертов показали, что перед тем, как станок сломается, он часто ведет себя необычным образом. Тем не менее, трудно количественно определить, что «необычного» на самом деле, так как контрольные показатели могут варьироваться от детали к детали. Промышленность разработала системы, в которых операторы станков могут устанавливать строгие допуски, внутри которых должен осуществляться нормальный рабочий процесс.

Операторы могут настроить станок на подачу сигнала в случае,

когда происходит превышение на $x\%$ номинальной температуры, вибрации или других показателей. К сожалению, это должно быть сделано вручную и требует перепрограммирования всякий раз, когда изменяется тип материала или деталь. Это связано с тем, что разные детали имеют разные допуски и принципиально разные производственные профили.

Это серьезно увеличивает стоимость процесса, занимая ценные кадровые ресурсы. Мы разработали автоматический способ обнаружения аномалий и снижения



затрат на сломанные инструменты и разбитые мечты. Нехватка унифицированных данных и нехватка вычислительной мощности до сих пор были основными барьерами для автоматизированного решения, но MachineMetrics находится в уникальном положении для сбора потоковых данных с тысяч различных станков в сотнях компаний, что позволяет нам добывать богатый массив источников данных для наших алгоритмов.

Наш запатентованный алгоритм обнаружения аномалий способен определить, когда станок находится в существенно отличном состоянии от заранее установленного базового уровня. Мы используем машинное обучение без учителя, чтобы установить этот базовый уровень.

Машинное обучение без учителя не требует маркированных данных или ручной работы, чтобы найти структуру в данных. Посредством интеллектуальных алгоритмов делаются выводы об организации данных и строится модель проблемы независимо от

человеческого контроля.

Применительно к механической обработке это означает, что людям не нужно постоянно контролировать процесс установки порогов операции. Алгоритм узнает какими должны быть допуски, предлагая индивидуальные требования для каждой обрабатываемой детали. Мы измеряем внутренние качества того, что делает станок при изготовлении детали, и вычисляем приемлемый диапазон обработки. Когда параметр выходит за пределы этого диапазона, мы можем подать сигнал.

Для решения поставленной задачи нужно было преодолеть немало трудностей, но методично разбив ее на более мелкие части, цель в конечном итоге была достигнута. В этой серии мы представляем новый процесс, сочетающий знание предметной области, машинное обучение и новый взгляд на данные для автономного мониторинга станочных аномалий. Мы используем данные подобные MTCConnect (стандарт машинных данных),



которые MachineMetrics собирает с помощью реле и контроллера станка. Эти данные **не содержат** следующие параметры:

- Вибрация
- Мощность (Напряжение)
- Температура
- Любые другие параметры, которые обычно должны собираться внешними датчиками

Данные **содержат**:

- Скорости
- Подачи
- Нагрузки и положения инструментов на каждой отдельной оси
- Состояние станка и счетчик деталей
- Другие метрики управления, которые получаем из станка, и которые должны быть в любом случае, чтобы станок мог работать

Наш вклад — это способ обнаружения аномалий, который использует только необходимые для работы станка параметры и, следовательно, в значительной степени универсален для всех станков. Это сокращает расходы на приобретение любых сторонних датчиков, которые ранее необходимо было устанавливать и настраивать для обеспечения предиктивного обслуживания. Наши методы также могут быть использованы для работы с неполными данными, а также для организаций, стремящихся сократить расходы на хранение и обработку потоков данных.

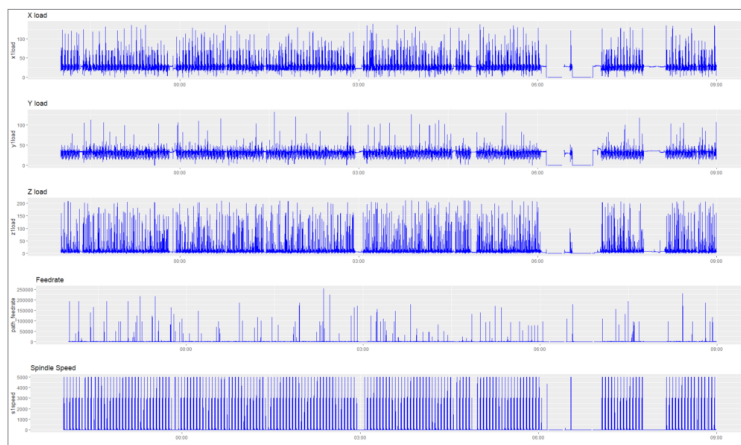
Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 2)

ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG); ПЕРЕВОД: АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

ОТ РЕДАКЦИИ: ПЛАНЕТА САМ ПРОДОЛЖАЕТ ПУБЛИКОВАТЬ СЕРИЮ СТАТЕЙ «ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ЧПУ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ БЕЗ УЧИТЕЛЯ» ИЗ БЛОГА MACHINEMETRICS. В ПЕРВОЙ ЧАСТИ ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG) РАССКАЗАЛ О ВАЖНОСТИ МОНИТОРИНГА АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ НА СТАНКАХ, А ВО ВТОРОЙ - ПОДРОБНО РАССМОТРИТ МЕТОД ОБРАБОТКИ И ОЧИСТКИ ДАННЫХ.

Мы пробовали обрабатывать и очищать данные на многих станках, но, чтобы проиллюстрировать наши соображения, выделим только один пример. Начнем с рассмотрения того, как выглядит процесс обработки с нашей точки зрения. Ниже мы построили потоковые данные для подачи, скоростей и нагрузки для одного конкретного станка с 22:00 до 9:00. Это станок делает одну и ту же деталь все время.

Видно, что данные зашумлены - мы не знаем, на что уместно смотреть, и что мы ищем с точки зрения аномалий. Почему сигналы такие нерегулярные и остроконечные, и почему в сигналах есть пробелы? Если станок обрабатывает одну и ту же деталь, то почему наблюдается столь малая регулярность сигналов? Причина этого — способ, которым MachineMetrics собирает данные. Каждые 900 мс или около того мы открываем «окно» для обнаружения



изменений в метриках. Если есть изменение, мы записываем его. Если нет, мы ничего не записываем. Мы делаем это по двум основным причинам:

- Эта частота дискретизации встроена для экономии затрат на хранение данных, обработку данных и пропускную способность. Поскольку мы получаем сотни метрик с каждого из наших станков, экономически не выгодно создавать и поддерживать инфраструктуру для извлечения данных несколько раз в секунду. Это позволяет

нам избежать необходимости использовать дорогие сторонние сервисы, например Watson или Azure.

- На старых станках если контроллер опрашивается слишком много раз, то может произойти его замедление или зависание.

Метрики почти наверняка меняются чаще, чем каждые 900 мс, что означает, что одна и та же деталь может выглядеть по-разному в зависимости от того, когда окно открыто. Для решения этой проблемы нам необходимо использовать наши знания предметной об-

ласти и некоторую жесткую очистку данных, чтобы получить полезный сигнал.

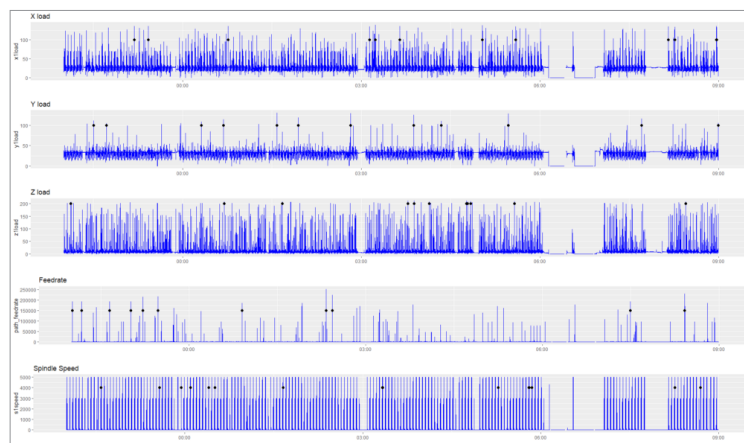
Если мы попытаемся применить обнаружение аномалий к этим сигналам без их очистки, обнаруженные аномалии не будут иметь смысла. Мы прогоняем наши временные ряды через пакет `anomalize` и отображаем результаты ниже. `Anomalize` выполняет обнаружение аномалий в одном потоке. Аномалии появляются в виде черных точек, которые могут возникать в разное время в различных сигналах.

Хотя некоторые из этих сигналов могут с первого взгляда казаться выбросами, обнаруженные аномалии на самом деле бесполезны. Они не дают знака на действительно необычное поведение, так как больше являются артефактом нашего процесса сбора данных. Итак, пришло время запачкать руки данными. Во-первых, необходимо решить проблему простоя (пробелов). Затем мы перейдем к тому, как сгладить проблему частоты опроса.

Удаление неактивных последовательностей

Неактивные последовательности, смешанные с данными, в большинстве своем означают простой. Этот простой включает время простоя оператора (перекус в 3 часа, новая смена) и время простоя станка (время охлаждения, смены инструмента, и в этом случае две аномалии, которые мы будем декодировать).

Наш первый шаг - выяснить, когда создаются детали и

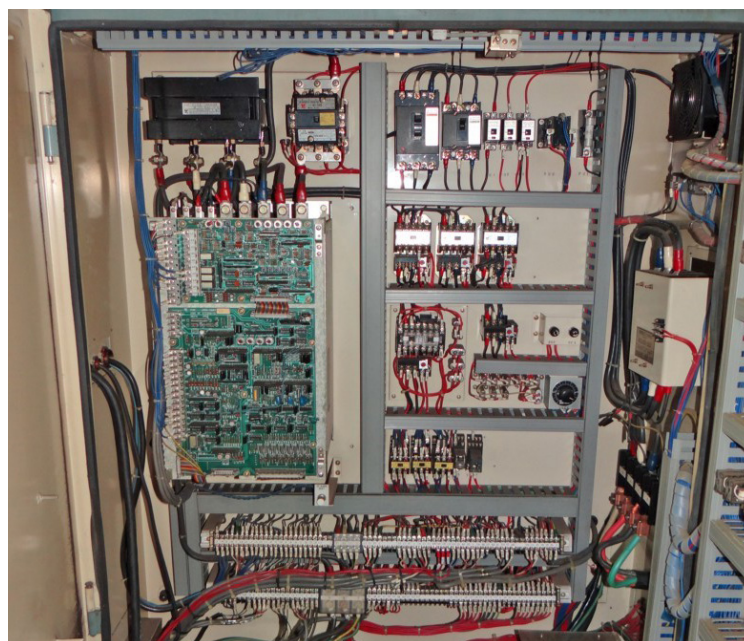


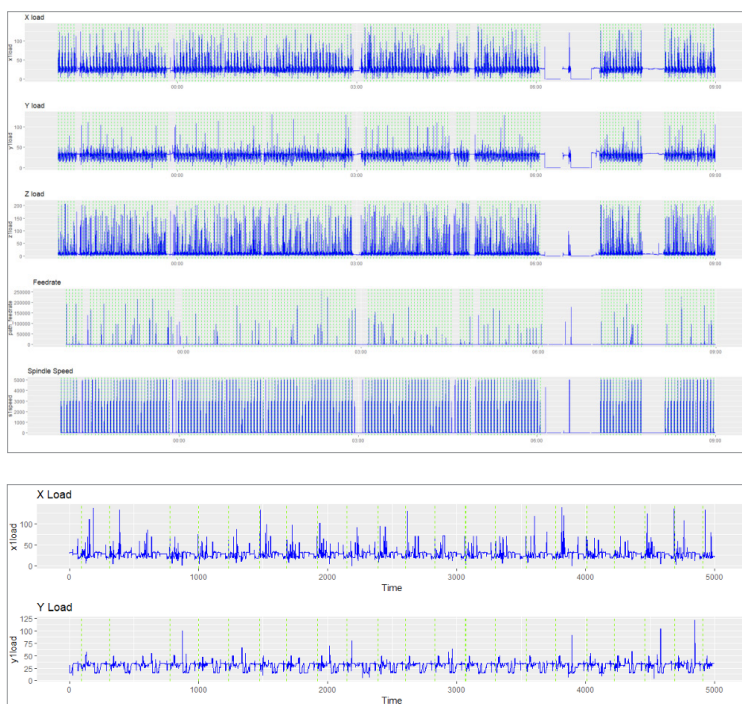
сколько времени требуется для их изготовления. На самом деле нас не волнуют ситуации смены инструмента, когда станок не работал, и мы не хотим, чтобы наш алгоритм воспринимал это как аномалию в процессе обработки.

Наш первый шаг состоит в том, чтобы отличить сигнал (последовательности, которые нас интересуют) от шума (последовательности, которые не имеют значения). Мы также хотим убедиться, что мы не исключаем из данных действительно аномальное поведение.

Чтобы сделать это проще, `MachineMetrics` собирает значение «`part_count`» (счетчик деталей), которое увеличивается каждый раз, когда заканчивается цикл обработки детали. Мы считываем это значение, используя два ключевых компонента станка:

- В определенных типах интеграций мы можем подключиться к реле станка и выяснить, какие переключатели увеличивают количество счетчика деталей
- В других типах интеграций мы можем подключить-





ся к программируемому логическому контроллеру (PLC) станка, который содержит сигнал в G-коде (язык программирования ЧПУ), указывающий на завершение обработки детали

Давайте наложим `part_count` на предыдущую визуализацию, чтобы увидеть, как выглядят циклы создания детали. Каждая пунктирная зеленая линия представляет собой создание одной детали. MachineMetrics также получает «Состояние станка» из УЧПУ, которое указывает, ведется ли активная обработка. Опять же, это собирается, путем подключения к реле или из контроллера.

Мы хотим сохранить только те наблюдения, где станок активен. На графике ниже красным цветом обозначены области, в которых станок был неактивен (или был в наладке и пр.), и где мы исключили

наблюдения.

После очистки сигнал выглядит следующим образом. Обратите внимание на изменение временной шкалы, поскольку удаление наблюдений во временном ряду превращает ее в вектор.

Сигнал теперь выглядит намного аккуратнее, напоминая типичные параметры, такие как вибрация, скорость или мощность. Это важно, потому что методы обнаружения аномалий ранее применялись к этим типам сигналов, и создание аналога этих сигналов расширяет наш набор методологий.

Обнаружение скрытой структуры процесса обработки

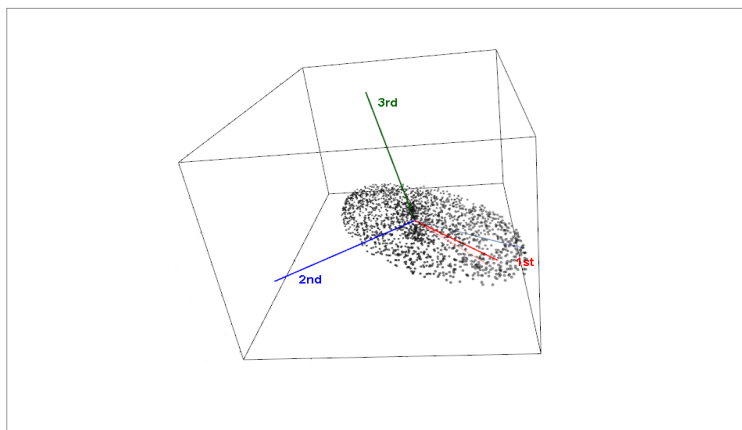
По мнению операторов станков критическим фактором, на который следует обратить внимание является взаимосвязь между нагрузками, позициями, скоростями шпинделя и скоростью подачи. Например, не имеет значения,

если скорость, подача и нагрузка одновременно падают до нуля — это может просто указывать на то, что станок “отдыхает”. Однако очевидно возникает проблема, если станок продолжает подавать материал, но нагрузки падают до нуля, что указывает на более серьезную проблему. Или, если положение осей продолжается по обычной траектории, но больше нет нагрузки, связанной с этим, что может говорить о поломке инструмента.

Оказывается, несмотря на ошибку измерения окна, отношения в значительной степени остаются одинаковыми для сигнатур нормальной детали из-за количества участвующих наблюдений. Со временем нормальные детали будут иметь аналогичные сигнатуры, хотя диапазон того, как они выглядят, будет больше.

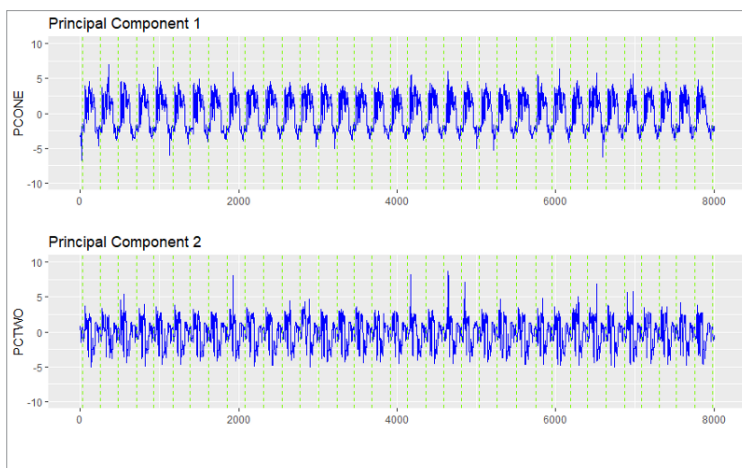
Нам необходимо найти осмысленный способ измерения корреляции или отношения между всеми этими сигналами и разделить их на один или два комбинированных сигнала, охватывающих все подачи, скорости, нагрузки и позиции.

Мы обращаемся к методу, называемому методом главных компонент (*principal component analysis, PCA*), чтобы разделить наши многочисленные сигналы на два сигнала, которые представляют все из них. PCA берет многомерную матрицу и разделяет ее на «главные компоненты», фиксируя направле-



ctload	ctload	st2load	st1load	st2load	
64	120	145	120	1	
64	120	145	117	1	
64	120	145	117	0	
64	120	145	117	0	
64	120	145	53	0	
2	120	145	53	0	
2	120	145	1	7	
2	120	145	1	7	
0	120	145	0	7	
0	120	145	0	20	
10	120	145	0	20	
10	120	145	8	6	
0	120	145	0	6	
0	120	145	0	20	
0	120	145	0	20	
1	120	145	0	20	
1	120	145	1	7	
1	120	145	1	7	
1	120	145	0	4	
3	120	145	50	4	
3	120	145	50	6	

PCONE	PCTWO
6.040561e-01	-0.3183689510
1.080176e+00	-0.0355597397
1.067050e+00	-0.0629782358
1.067050e+00	-0.0629782358
1.540883e+00	-0.1512736198
1.415128e+00	-0.6944602891
2.229261e+00	-0.9028583861
2.229261e+00	-0.9028583861
3.701428e+00	-0.2060457075
3.551534e+00	-0.1834418839
3.419610e+00	-0.1528876646
2.326435e+00	-0.9217702251
1.721094e+00	-0.3340276754
2.565022e+00	0.5254840114
2.565022e+00	0.5254840114
2.097079e+00	0.7369767787
6.673706e-01	-0.9150785259
-5.305815e-02	-0.6909521804
-1.242853e+00	-1.8097175778
-1.704008e-01	-2.1318471871
1.344522e+00	-0.5477781771



ние наибольшего отклонения. Например, если 70% дисперсии вашего набора данных можно получить в одном измерении, а 95% - в двух измерениях, мы потеряем только 5% информации в наших данных, исключив все другие переменные. Интуитивно понятно, что метод сохраняет

комбинации переменных, которые могут наилучшим образом представлять данные, и значение часто может быть получено из этих объединенных переменных как подразумеваемой информации, лежащей в основе вашего набора данных. Например, набор данных мо-

жет иметь четыре переменные - промышленное производство, уровень преступности, индекс потребительских цен и индекс неравенства доходов для каждой страны. PCA может определить, что два основных компонента охватывают почти всю информацию: первый представляет собой комбинацию промышленного производства и индекса потребительских цен, в основном представляющих ВВП (подразумеваемую переменную, лежащую в основе обоих), а второй - комбинацию уровня преступности и неравенства доходов (подразумеваемая переменная, представляющая что-то похожее на социальные волнения).

В нашем случае многомерная матрица — это совокупность всех позиций, подач, скоростей и нагрузок (33 переменных для этого станка). Мы сводим все эти переменные к двум главным компонентам, которые собирают важную информацию из 33 исходных переменных. Мы можем идентифицировать разъединения отношений, так как значения в главных сигналах будут чувствительны, когда между оригинальными 33 переменными возникают необычные отношения.

Найдя скрытые сигналы, мы можем построить их и увидеть, что на самом деле есть довольно последовательный сигнал. С этим очищенным сигналом мы можем начать выполнять более трудную задачу по обнаружению аномалий.

Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 3)

ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG); ПЕРЕВОД: АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

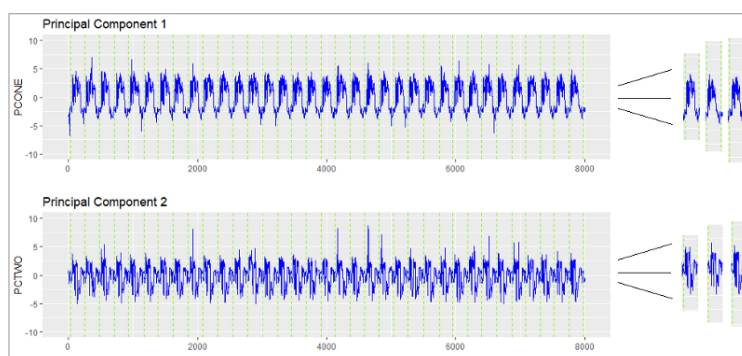
ОТ РЕДАКЦИИ: В ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ ЧАСТЯХ СТАТЬИ «ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ЧПУ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ БЕЗ УЧИТЕЛЯ» ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG), ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР-ПРОГРАММИСТ MACHINEMETRICS РАССМОТРЕЛ БИЗНЕС-ЛОГИКУ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ ДАННЫХ, СВЯЗАННУЮ С ОБНАРУЖЕНИЕМ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ НА СТАНКАХ. ПРЕДЛАГАЕМ К ПРОЧТЕНИЮ ТРЕТЬЮ ЧАСТЬ, ИЗ КОТОРОЙ ВЫ УЗНАЕТЕ О МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ.

Выделение сигнатур деталей и создание трансформаций

Как только мы получим чистый сигнал, нам нужно разделить этот сигнал на отдельные компоненты, сигнатуру обработки детали. Каждая сигнатура обработки детали представляет одну изготавливаемую деталь и соответствующие позиции, подачи, скорости и нагрузки, которые с ней ассоциированы. Мы берем каждую сигнатуру и выстраиваем их рядом друг с другом, создавая таблицу, в которой каждая «переменная» представляет собой уникальную создаваемую деталь и связанные с ней данные.

Определение скрытой структуры сигнатур деталей

Для нашего следующего шага мы обратимся к Робу Хиндману и его `anomalous` пакету, чтобы обнаружить скрытую структуру каждой переменной. Причиной этого является то, что исходные значения каждой сигнатуры слишком волатильны, чтобы сравнивать их друг



	X1.PCONE	X1.PCTWO	X2.PCONE	X2.PCTWO	X3.PCONE	X3.PCTWO
1	-0.7602174	-2.500494280	2.2295646	-0.29349523	2.71375986	-0.53537429
2	-3.1151845	3.228156897	1.1441274	0.95910057	2.24800680	-0.22427346
3	-3.1157132	3.243793012	1.8754456	1.18559328	2.24800680	-0.22427346
4	-3.1157132	3.243793012	1.8754456	1.18559328	1.97913861	0.89543184
5	-3.0015615	3.505579882	1.7531144	1.10861522	1.80173003	1.16430508
6	-1.7859670	3.158989455	1.7463243	1.21773858	1.78064129	1.16168279
7	-1.8281479	3.225378166	1.8426036	1.26164952	1.78064129	1.16168279
8	-1.1087496	2.831269164	1.3335318	1.25503760	1.84992468	1.15922771
9	-1.1087496	2.831269164	1.3335318	1.25503760	1.72260979	1.33118278
10	-1.2907903	2.771029315	1.4066937	1.34707232	1.29578899	1.26815781
11	-1.2690352	2.771868737	1.4000655	1.34742669	1.42617867	1.27999837
12	-1.2690352	2.771868737	1.2792380	1.29846999	1.35646472	1.26014062
13	-1.2945343	2.769726466	1.2792380	1.29846999	1.36645203	1.07517620
14	-1.2945343	2.769726466	1.2976602	0.73347561	1.31499961	1.10428482
15	-1.0951983	2.274865046	1.3825972	0.78284091	1.17091927	0.81189262
16	-1.1124587	2.232886595	1.3825972	0.78284091	1.23253886	0.94150291
17	-1.4928454	2.402510115	1.2711183	0.81139800	1.25278437	0.93526528
18	-1.4734378	2.394811429	1.2666543	0.90488478	1.34157044	0.95574937
19	-1.2816374	2.111804028	1.1469293	0.94994708	1.74552122	0.83702678

с другом, даже когда они сглаживаются путем взятия скользящих средних или других преобразований. Таким образом,

мы должны найти другой способ представления этих сигнатур более стабильным образом. Хиндман определил несколько

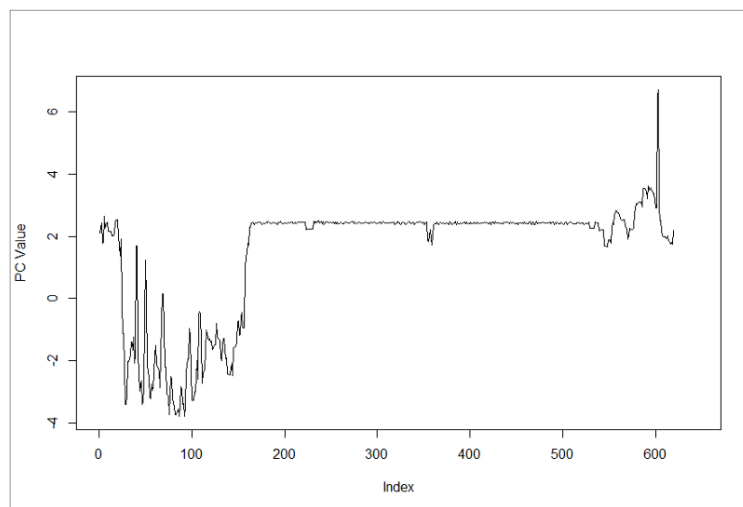
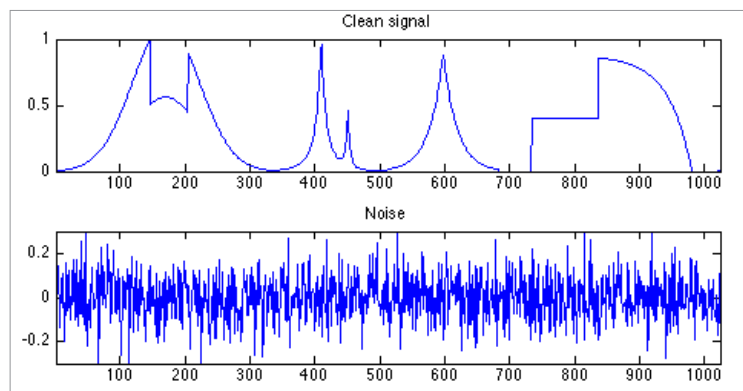
ключевых метрик временных рядов, которые отражают их присущие качества. Мы выбираем наиболее подходящие для этого варианта использования, которые описаны ниже в нетехнических терминах. Они используются для количественной оценки внутренних факторов каждой части сигнатуры.

1. Энтропия: измеряет уровень белого шума в ваших рядах.

2. Автокорреляция первого порядка. Автокорреляция первого порядка — это показатель корреляции последовательных элементов во временных рядах. С точки зрения непрофессионала, он измеряет, насколько предсказуем ряд, если вы знаете предыдущий элемент ряда. Это актуально, потому что аномальные ряды часто отображают функции автокорреляции, отличные от неаномальных рядов. По сути, это еще одна мера случайности в ряду, которая часто бывает чрезвычайно высокой или низкой для аномальных рядов (может быть очень низкой, если станок ведет себя хаотично, или очень высокой, если есть необычное повторение или предсказуемость).

3. Сдвиг уровня: Максимальное изменение средних значений в ряду при заданном окне. Хорошо подходит для обнаружения аномалий, когда станок испытывает внезапное изменение показателей. Подумайте, когда метрики внезапно перепрыгивают с одного уровня на другой.

4. Изменение дисперсии: максимальное изменение дисперсии в серии. Хорошо подходит



для обнаружения аномалий, когда станок испытывает внезапное изменение дисперсии. Подумайте о том, когда море внезапно становится спокойным после шторма, или когда станок становится необычайно тихим.

5. Кривизна: сообщает, насколько «изогнута» сигнатура детали. Значение — это коэффициент многочлена второго порядка (x^2) при подгонке к ряду. Это актуально, потому что циклы деталей имеют искривление из-за циклического характера механической обработки, а значение кривизны одинаково среди неаномальных кривых.

6. Остроконечность: дисперсия остатков при подгонке к линейной кривой. Называется

«остроконечность», потому что ряды, которые имеют больше пиков, имеют более высокую дисперсию остатков.

7. Плоские точки: количество плоских точек в ряду с использованием дискретизации. Хорошо подходит для определения, когда станок глохнет или зависает.

Каждая сигнатура детали теперь представлена этими семью измерениями. На основе этих атрибутов обнаруживаются аномалии, которые сводятся ко всему временному ряду. Результирующая таблица выглядит следующим образом, каждая сигнатура разбита на эти характеристики. Каждая сигнатура детали — это одна строка.

Проецирование скрытых элементов на 2D-плоскость с использованием PCA

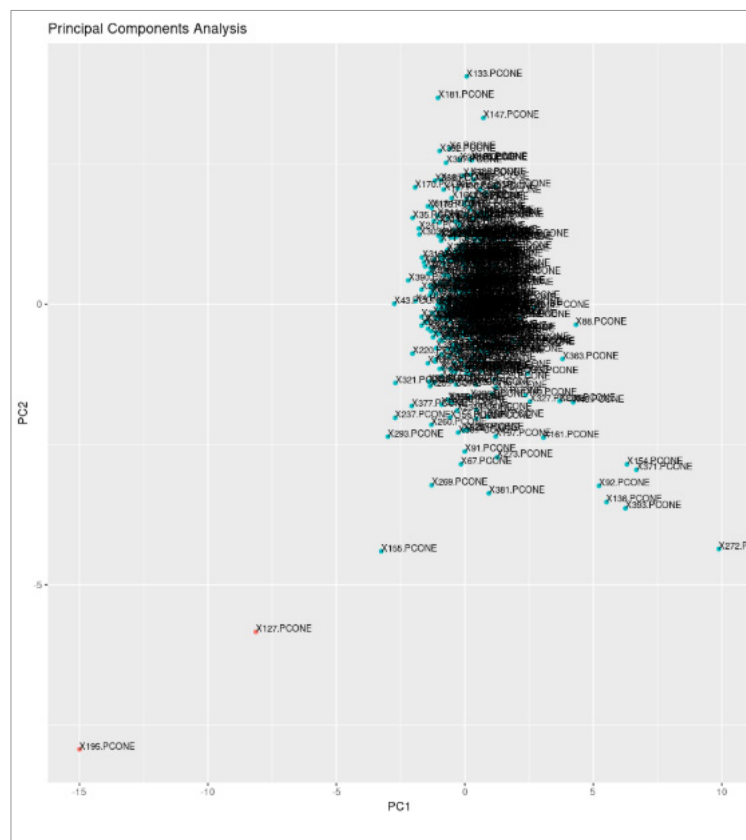
Как только мы получим эти метрики, мы применим PCA к этим семи измерениям, чтобы свести их к двум главным компонентам. Затем мы построим две главные компоненты на двумерной диаграмме рассеяния.

Глядя на график выше, мы можем видеть, что существует центральный кластер сигнатур деталей, с некоторыми разбросанными сигнатурами на окраинах и в некотором отдалении. Те, которые «далеко» — это наши аномалии. Те, которые немного далеко, могут отражать нашу погрешность измерения или являются незначительными отклонениями от обычной обработки, включающими в себя такие сценарии, как небольшое отклонение нагрузки или скорости шпинделя из-за условий окружающей среды.

Почему мы не использовали преобразования?

Следует отметить, что мы протестировали несколько преобразований наших данных, в том числе логарифмические преобразования, скользящие средние, скользящее стандартное отклонение и первую производную. Мы обнаружили, что использование непреобразованной сигнатуры является наиболее эффективным способом обнаружения аномалий, как наиболее отделенных от других точек в пространстве 2D PCA. Это также имеет смысл теоретически, так как:

1. Логарифмическое преобразование ряда выравнивает



остроконечности в каждом ряду, что может исключать критическую информацию

2. Скользящее среднее делает то же самое и удаляет ключевые признаки, обнаруженные пакетом anamolous

3. Скользящее стандартное отклонение может пренебречь важными элементами при усилении атрибутов, связанных с дисперсией, что может быть не тем, что мы хотим

4. Первая производная может акцентировать изменения в сигнатуре, которые относительно незначительны, и, таким образом, скрыть истинную природу сигнатур

Использование кластеризации для выявления выбросов

Мы, конечно, можем наблюдать выбросы, но использование кластеризации является стандартизированным

способом определения того, когда что-то является выбросом. Мы используем алгоритм DBSCAN, который обнаруживает кластеры, рисуя окружность вокруг каждой точки и ища другие точки в ее окрестности. Для DBSCAN требуются два критических аргумента - «эпсилон», представляющий собой круговую область, нарисованную вокруг каждой точки для определения окрестностей кластера, и «порог минимальных точек», который представляет собой число точек, которые должны находиться в этой окрестности, чтобы его можно было рассмотреть как кластер.

Иллюстрация DBSCAN приведена далее. «Базовые» точки считаются неаномальными, «границные» точки, которые находятся на границе круга,

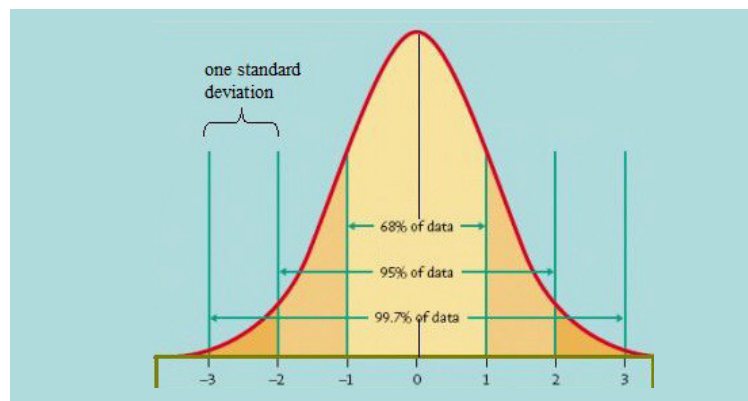
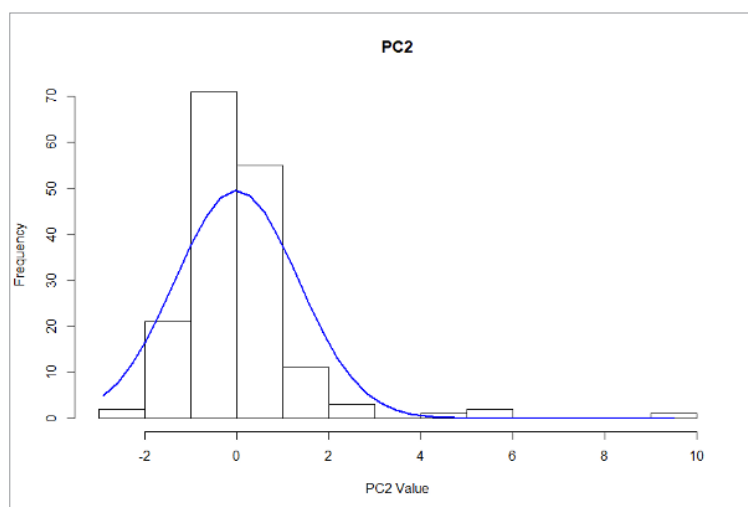
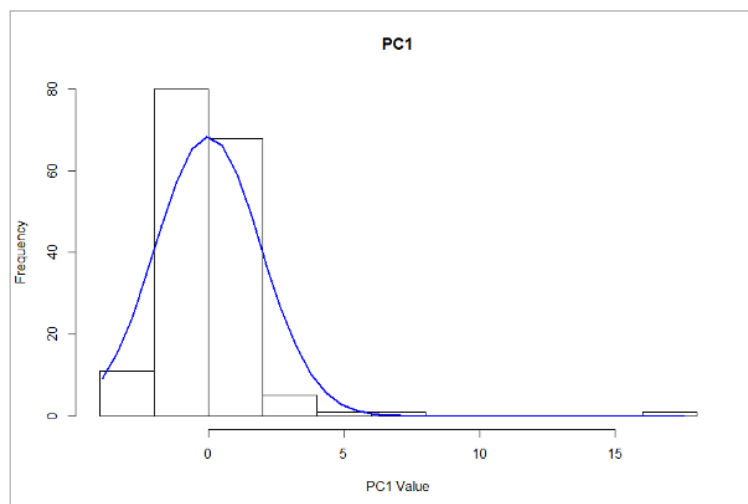
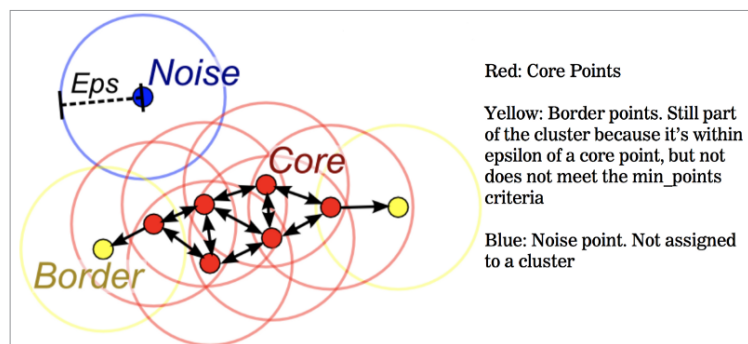
также являются неаномальными. Однако «шумовые» точки, которые полностью находятся за пределами центральной области, являются аномалиями.

Определение эпсилона

Процесс настройки требовал рассмотрения распределения данных и выбора параметров, которые изолировали небольшую часть точек, но не исключали полностью аномалии. Чтобы получить приблизительный порядок величины эпсилона, мы строим распределения для Главной компоненты 1 и Главной компоненты 2, используя этот конкретный сценарий в качестве примера большинства сценариев.

Из-за центрирования главные компоненты примерно нормально распределены со средним нулем и стандартным отклонением 1,5. При нормальном распределении 68% наблюдений охватываются одним стандартным отклонением, 95% - двумя и 99,7% - тремя. Это означает, что при стандартном отклонении 1,5 РС ~ 68% наблюдений приходится на 1,5–1,5 РС, 95% на значения от -3 до 3, а 99,7% - от -4,5 до 4,5.

Мы знаем, что без учета аномальных станков, средний показатель брака для клиентов MachineMetrics, включая человеческую ошибку, составляет ~ 1/1000 деталей, что составляет 99,9% успеха (заказчики MachineMetrics в совокупности изготовили 327 миллионов деталей, а 224 тыс. были испорчены). Хотя этот показатель может показаться высоким, мы должны помнить,



MACHINEMETRICS
ОТСЛЕЖИВАЕТ
КАЖДУЮ ДЕТАЛЬ,
ИЗГОТОВЛЕННУЮ
СТАНКАМИ, К КОТО-
РЫМ МЫ ПОДКЛЮ-
ЧЕНЫ, ЧТО ДАЕТ НАМ
ДОСТУП К УНИ-
КАЛЬНОМУ НАБОРУ
ДАННЫХ ДЛЯ ИН-
ТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
АНАЛИЗА ДАННЫХ

что наши клиенты — это, в основном, небольшие механические цеха, у которых может не быть большой серийности одной и той же детали. Кроме того, большая часть наших клиентов — это специализированные мастерские, которые производят детали на заказ для других компаний, что дает им меньше времени для совершенствования производственного процесса и, таким образом, оставляет больше места для совершения ошибок.

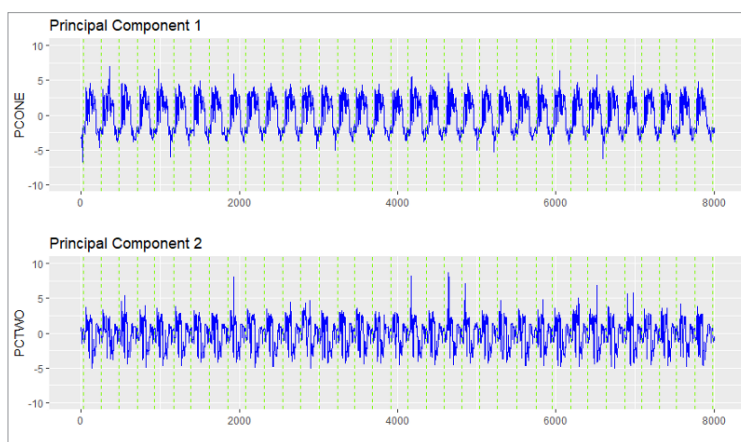
При нормальном распределении 99,9% наблюдений находятся в пределах 3 стандартных отклонений, что в нашем случае составляет $\pm 4,5$ единицы в значениях главных компонент. Принимая во внимание тот факт, что точность (предотвращение ложных срабатываний) более важна, чем отзыв (захват всех аномалий) при первом пилотировании этого метода, мы устанавливаем наш порог эпсилон равным 4 стандартным отклонениям, то есть точки должны падать на 6 единиц от центрального, чтобы называться выбросами/аномалиями. Мы считаем точность более важной, потому что клиенты могут игнорировать уведомления, если их слишком много, и мы хотим избежать ненужной паники*.

**Эта часть все еще находится в стадии пилота и параметры могут быть изменены*

Определение минимального порогового значения

Порог минимальных точек устанавливает минимальное количество точек, которые должны быть сгруппированы вместе, чтобы его можно было рассма-

Table: dynamo_agg_parts Rows: 248036393				
cycle_id	machine_ref	part_count	scrap_count	timestamp
78129944	696	6	0	2017-07-18 00:47:06
78121105	696	3	0	2017-07-18 00:15:20
78344016	1656	3	0	2017-07-18 17:50:00
78121109	696	2	0	2017-07-18 00:15:21
78433939	696	2	0	2017-07-18 22:28:20
78478747	696	2	0	2017-07-19 01:13:55
78513863	696	2	0	2017-07-19 03:18:21
78513869	696	2	0	2017-07-19 03:18:22
78031404	1657	2	0	2017-07-17 18:43:21
78069660	1657	2	0	2017-07-17 20:51:51
78113439	1657	2	0	2017-07-17 23:40:33
78156726	1657	2	0	2017-07-18 02:29:51
78164705	1657	2	0	2017-07-18 03:05:10
78173078	1657	2	0	2017-07-18 03:40:03
78180901	1657	2	0	2017-07-18 04:18:32
78194400	1657	2	0	2017-07-18 05:32:39



тривать как свой собственный независимый кластер, а не просто как точки выброса. Это может быть полезно в обстоятельствах, когда на самом деле имеются не выбросы, а периоды со сменой инструмента или другие системные, но нормальные различия. В этих случаях станок может сбрасываться в нормальное состояние за короткий промежуток времени. Мы определяем этот порог в 10 баллов.

Таким образом, мы определяем кластер, который должен иметь минимум десять точек, а размер радиуса эпсилон равен 6 единицам. Все, что падает за 6 единиц основного облака и имеет менее 10 точек рядом с ним, является аномалией. В этом случае мы обнаружили две аномалии, соответствующие двум деталям, которые имели «посто-

ронные» признаки обработки. Мы можем определить, когда эти детали сделаны, и кодировать время, соответствующее им, как время, когда станок демонстрировал аномальное поведение.

Проверка аномальной детали
Деталь 127 обнаружена как аномальная, была создана между 3:04 и 3:07 утра. Давайте посмотрим, как выглядит сигнатура.

Как мы видим, в сигнатуре детали была определенная разница. В этом случае станок завис на несколько минут, перезагрузился и продолжил обработку. Хотя на этот раз не было немедленных последствий, оператор был предупрежден об этом и предпринял дальнейшие шаги для расследования неожиданных зависаний, поскольку это

может привести к поломке инструмента в будущем.

Краткое изложение шагов

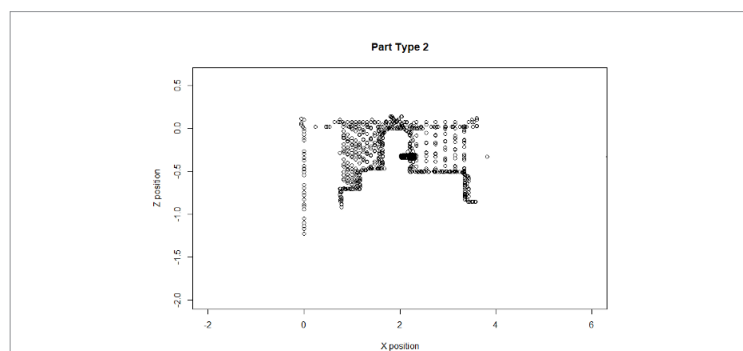
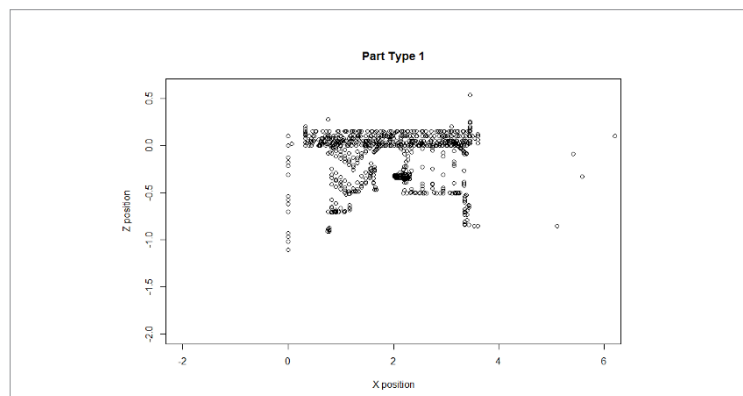
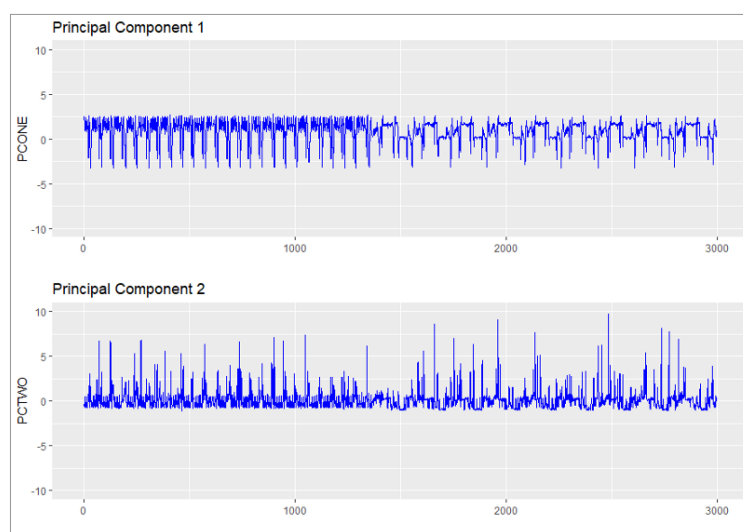
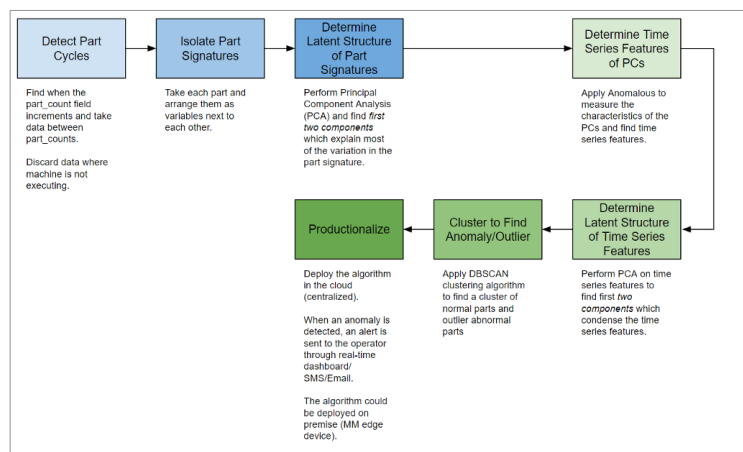
Чтобы помочь обобщить все, ниже приведена блок-схема для облегчения понимания процесса. В последней части нашей серии мы рассмотрим продуктивизацию.

Альтернативный вариант использования

Альтернативное использование этого метода - обнаружение, когда производимая деталь изменилась. Используя те же шаги и настраивая эпсилон, чтобы он был более подходящим для ситуации, мы можем определить, когда сигнатуры деталей выглядят структурно иными и образуют другой кластер. В приведенном ниже примере мы можем видеть, что в 62-й детали произошло изменение детали (эта деталь сама по себе является аномальной из-за фактического процесса замены, но мы можем добавить дополнительные правила, чтобы исключить аномалии). Зеленое облако — это один тип детали, а синее - другое. Это позволяет нам автоматически классифицировать детали, изготовленные клиентом.

Мы можем оглянуться назад и увидеть, что характеристики сигнатур детали действительно видят существенный сдвиг при изготовлении новой детали.

Мы проверили данные на основе достоверности в нашей базе данных и подтвердили, что в это время был изготовлен новый тип детали. Так как MachineMetrics отслеживает и сохраняет позиции инструмента, мы можем даже построить деталь, чтобы убедиться в этом.



ЗУММИРОВАНИЕ
ВИДА СИГНАТУР
ДЕТАЛЕЙ В ПЕРИОД
ИЗМЕНЕНИЯ

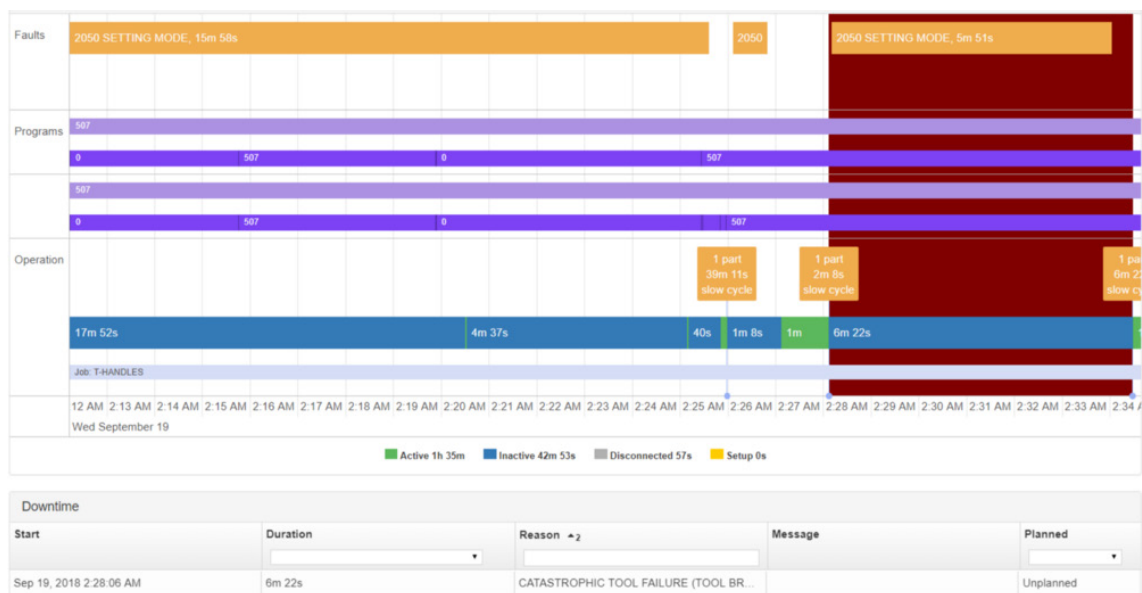
ПОЛОЖЕНИЯ ИН-
СТРУМЕНТА НА ОСЯХ
X И Z

Обнаружение аномалий ЧПУ с помощью машинного обучения без учителя (Часть 4)

ЛУ ЧЖАН (LOU ZHANG); ПЕРЕВОД: АНДРЕЙ ЛОВЫГИН

ОТ РЕДАКЦИИ: В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЭТОЙ СЕРИИ СТАТЕЙ БУДУТ РАССМОТРЕНЫ НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ АНОМАЛИЙ, ОБНАРУЖЕННЫЕ В СРЕДЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, А ЗАТЕМ ПРОДЕМОНСТРИРОВАНО, КАК СПЕЦИАЛИСТЫ КОМПАНИИ MACHINEMETRICS ИСПОЛЬЗУЮТ ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.

ДЕТАЛЬ, СОЗДАННАЯ
В 2:25, БЫЛА АНО-
МАЛЬНОЙ, ЗА ДВЕ
ДЕТАЛИ ДО ТОГО,
КАК СТАНОК СЛОМАЛ
ИНСТРУМЕНТ



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ

Мы определили пять различных категорий аномалий:

1. Аномалия предшествует отказу станка/тревоге
2. Аномалия возникает одновременно с тревогой
3. Аномалия предупреждает нас о внутренних ошибках
4. Аномалия возникает, когда происходит что-то интересное, но не катастрофическое
5. Шумовые аномалии

Категория 1: Аномалия пред-

шествует просто/аварии

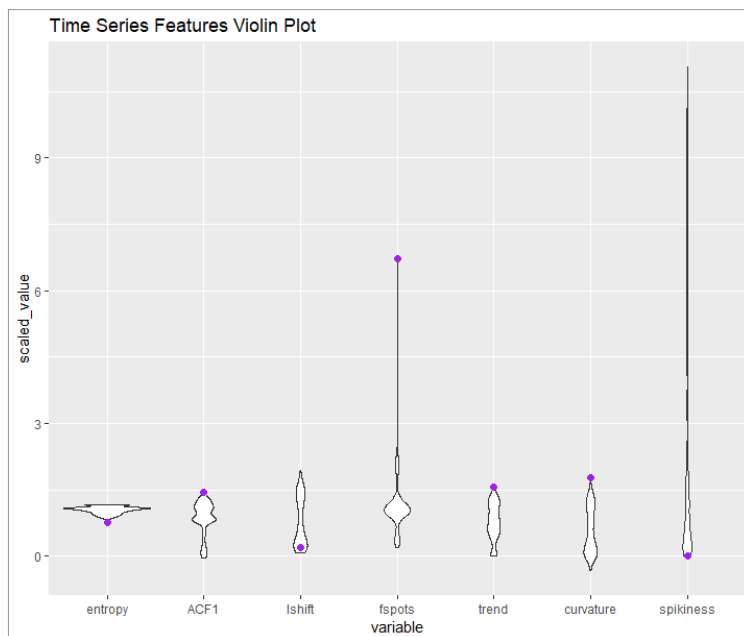
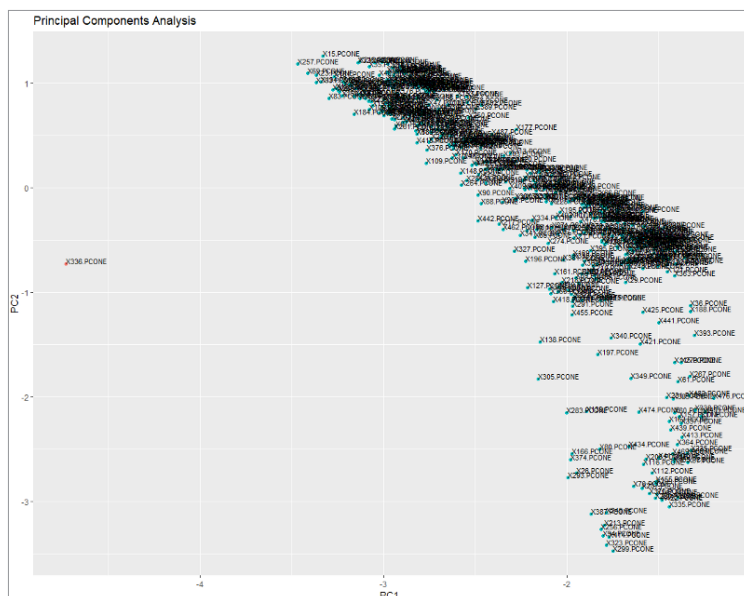
Пример 1: предшествующая ошибке инструмента

Первоначальная цель такого подхода состоит в том, что мы предположили, что станки испытывают аномальное поведение непосредственно перед отказом. Мы записали несколько случаев - здесь мы кратко опишем пример одного из случаев. Аномалия была поймана в 2:25 (ночью), а спустя 3 минуты в 2:28 произошла катастрофическая поломка инструмента.

Если мы пойдем немного глубже, чтобы увидеть, что же такого особенного в этой детали, мы можем легко визуализировать, что произошло. Давайте вернемся назад от кластеризации к сигнатурам деталей, чтобы диагностировать эту проблему.

Уровень кластеризации

С 22 до 6 часов было изготовлено около 450 деталей. На графике выше показано относительное положение сигнатур деталей при проецировании на 2D-плоскость. Как мы видим,



на уровне кластеризации, здесь явно наблюдается аномалия. Все остальные детали сгруппированы вместе, и DBSCAN легко изолирует аномалию, плавающая там в одиночестве в космосе. Давайте переместимся на один уровень глубже.

Уровень временных рядов

Приведенный выше кластерный график создается из признаков временных рядов, которые извлекаются из каждой сигнатуры

детали. Давайте посмотрим, где особенности аномалии падают относительно всех других деталей (выделены фиолетовым цветом).

Мы можем видеть, что все характеристики нашей аномальной детали находятся на крайнем уровне для этих метрик, что объясняет, почему это так далеко от всего остального. Копаем на один уровень глубже ...

Я НАБЛЮДАЮ АНОМАЛИЮ ...

Уровень сигнатуры детали

Как выглядит эта сигнатура детали по сравнению со всем остальным? Ниже мы анимируем 50 сигнатур деталей вокруг аномальной детали. Еще раз, довольно очевидно, какой из них является выбросом.

Последствия прогнозирования отказов инструмента очень значимы. С одной стороны, время простоя и затраты сводятся к минимуму благодаря экономии средств на затратах оператора и замене инструментов. Также может быть полезно знать, что на вашем производственном предприятии есть алгоритм, который ищет проблемные области.

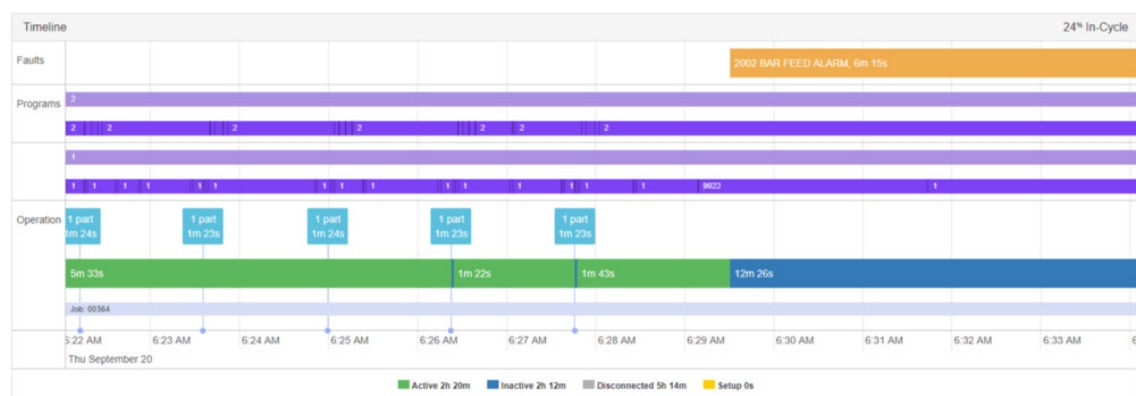
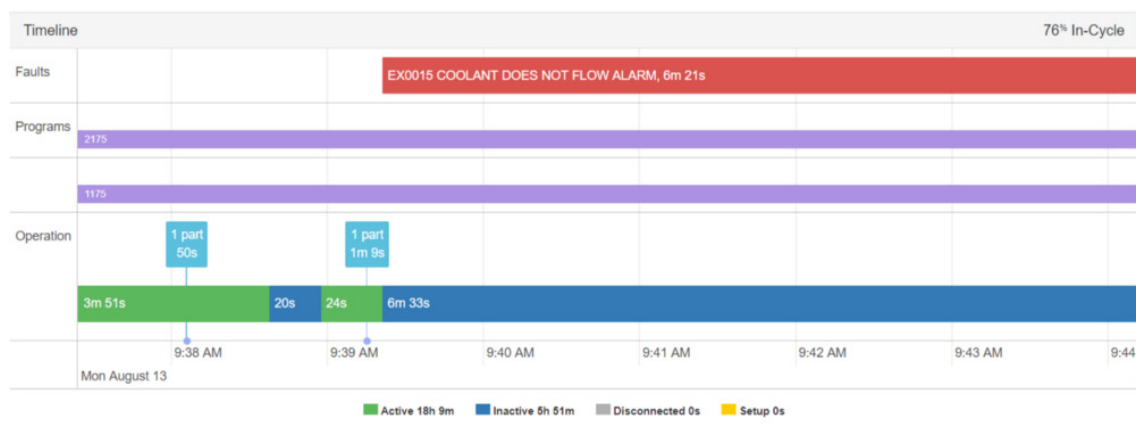
Пример 2: Обнаружение отсутствия СОЖ

На этом станке в 9:39 была обнаружена аномалия, и сразу же последовала тревога «нет СОЖ». Операторы были бы уведомлены непосредственно перед тем, как в станке закончилась охлаждающая жидкость.

Кто-то может спросить — какой в этом смысл, если я все равно получу сигнал тревоги через пару секунд?

Дополнительным преимуществом здесь является то, что операторы не всегда внимательны к сигналам тревоги, часто обращая внимание на уведомления только после длительного периода простоя. Вместо того чтобы дать станку поработать на холостом ходу до тех пор, пока он не получит предупреждение, оператор может сократить общее время простоя станка, реагируя на текст аномалии.

13 АВГУСТА, 9:39. ОХЛАЖДАЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ КОНЧАЕТСЯ. СТАНОК ПЕРЕСТАЕТ РАБОТАТЬ

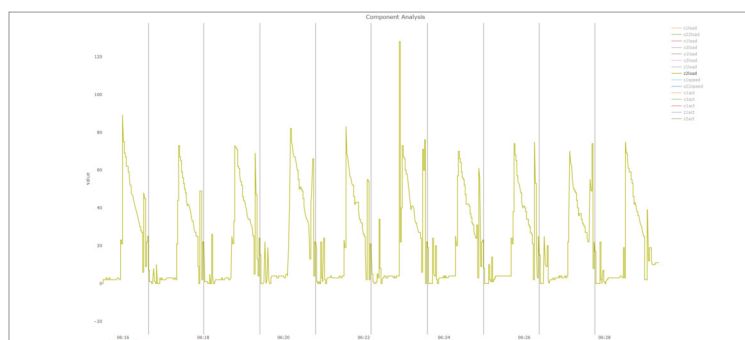


Пример 3: предшествующие сигналы тревоги податчика прутка

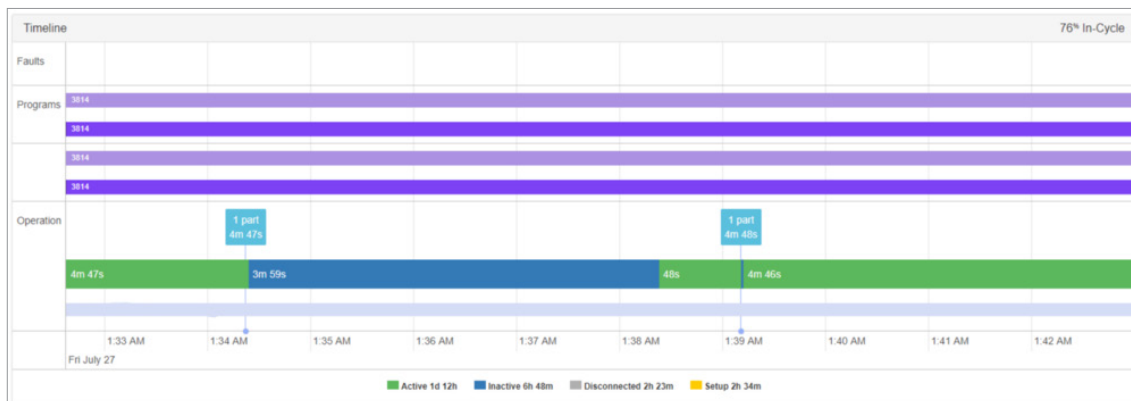
В последнем примере этой категории оператор получил предупреждение примерно за 6 минут до «ОШИБКА ПОДАТЧИКА ПРУТКА», в 6:23.35. Давайте посмотрим на это на временном графике.

Погрузившись в пространство основных компонентов, давайте посмотрим, как это выглядит.

Аномалия выделена черным. Мы можем ясно увидеть всплеск в первой главной компоненте. Давайте еще глубже погрузимся в сами сигналы, чтобы увидеть, что произошло. Если посмотреть только на нагрузку Z2, то, по-видимому, в 6:22.56 произошло что-то странное, о чем свидетель-



СТАНОК БЫЛ ОТМЕЧЕН КАК НЕАКТИВНЫЙ В ТЕЧЕНИЕ 3 МИН 59 СЕК, КОГДА ОН БЫЛ НА САМОМ ДЕЛЕ ПРОИЗВОДИЛ ОБРАБОТКУ



активным, хотя технически он был помечена как «неактивный». Это заставило станок записать аномалию для детали, созданной в 1:39.

Это произошло потому, что мы считываем данные в обнаружение аномалий только когда станок активен, и мы инициировали аномалию, увидев усеченную сигнатуру детали. После подтверждения того, что станок действительно был активен в нашем потоке необработанных данных, мы смогли быстро выявить и устранить ошибку, заключающуюся в том, что наш конвейер данных время от времени отбрасывал наблюдения.

Категория 4: Аномалия

предупреждает операторов, когда происходит необычная деятельность (но не катастрофический отказ)

Не всем сбоям инструмента предшествуют аномалии, и не все аномалии совпадают или предшествуют сбоям инструмента. В этом случае срабатывает аварийный сигнал «разблокировка выключателя безопасности», потому что у оператора не было полностью закрытой двери до запуска станка, с сопровождающей его аномалией в 12:59. Станок оставался неактивным, пока это происходило в качестве автоматической меры предосторожности. Хотя это и не является препятствием для работы,

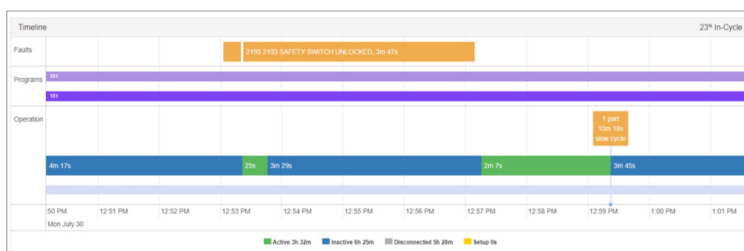
мастер участка может захотеть узнать, когда это происходит (особенно, если это повторяется), чтобы поощрять более эффективные методы обеспечения безопасности.

Категория 5: Аномалия запускается из-за странного поведения, которое не подвергает станок опасности

Как всегда, есть крайние случаи, которые не попадают в рамки того, для чего мы разрабатывали нашу систему. В приведенном ниже примере аномалия была вызвана в 2:49, по-видимому, без причины.

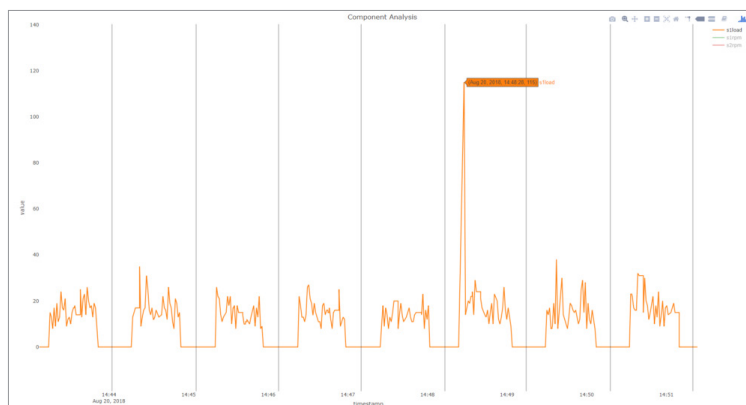
Однако при более глубоком исследовании мы видим, что во время цикла обработки детали наблюдается скачок нагрузки s1 (нагрузка на шпиндель 1). Этого всплеска, который указывал на то, что станок работал при 115% номинальной нагрузки, было достаточно, чтобы вызвать существенную разницу на уровне сигнатуры детали. В данном случае, все было в пределах нормальных рабочих границ этого станка, не вызывая вреда или ошибки. Собирая валидирующие данные от наших клиентов, мы можем настроить наши алгоритмы так, чтобы они были более чувствительными к «полезным»

ОПЕРАТОР ПОПЫТАЛСЯ ЗАПУСТИТЬ СТАНОК С ОТКРЫТОЙ ДВЕРЬЮ, ВЫЗВАВ АНОМАЛИЮ В 12:59



ЗДЕСЬ, ПОХОЖЕ, НЕТ НИЧЕГО ПЛОХОГО ...





аномалиям и менее чувствительными к лишним. Обратная связь должна начать точно определять, какие из атрибутов временного ряда указывают нам на более интересные аномалии. Мы также можем проводить А/В-тестирование, выпуская различные версии алгоритма для определенных клиентов, чтобы узнать, получим ли мы более благоприятную обратную связь. Со временем незначительные улучшения могут привести к значительному повышению точности.

В будущем мы планируем объединить машинное обучение с фильтром аномалий, основанным на знаниях предметной области, чтобы исключить ситуации, которые, по нашему мнению, не интересны. Мы опубликуем эпилог с этим и еще несколькими примерами отказа инструмента в ближайшем будущем.

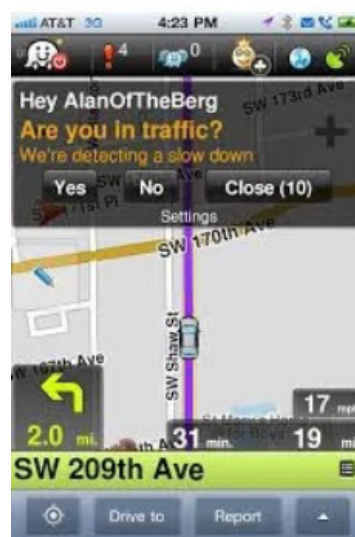
Продуктивизация — Этап пилота

Для нашего пилота мы решили просто докеризировать R-скрипты, которые мы использовали для очистки данных и кластеризации. Эти скрипты выполняют всю тяжелую работу, описанную в частях 2 и 3 этого блога, и нам нужно было только обернуть их в контейнер и внести некоторые изменения в автоматизацию, чтобы они были полностью функциональными в производстве.

Программа оглядывается назад и запрашивает данные за последние шесть часов, обнаруживая циклы деталей и устанавливая грубую область нормального поведения. После того, как отдельные циклы определены, мы постоянно запрашиваем данные и выявляем аномалии в режиме реального времени. После обнаружения аномалии, аномальная часть

Incidents						
				Open	All	
3:15 PM 7/19/18	NC T02 0204 S2	HIGH PRIORITY	A13 ASSET	Triggered STATUS	Unassigned ASSIGNEE	...
3:04 PM 7/19/18	NC T02 0204 S2	HIGH PRIORITY	C1 ASSET	Triggered STATUS	Unassigned ASSIGNEE	...
11:57 PM 7/19/18	NC T02 0204 S2	HIGH PRIORITY	A14 ASSET	Triggered STATUS	Unassigned ASSIGNEE	...
12:26 AM 7/20/18	NC T02 0204 S2	HIGH PRIORITY	C10 ASSET	Triggered STATUS	Unassigned ASSIGNEE	...
8:04 PM 6/25/18	testAnomalyTxt (Confidence Level: 80%)	LOW PRIORITY	A2 ASSET	Assigned STATUS	Lou Zhang ASSIGNEE	...
8:04 PM 6/25/18	testAnomalyTxt (Confidence Level: 80%)	LOW PRIORITY	A2 ASSET	Assigned STATUS	Lou Zhang ASSIGNEE	...
2:01 AM 7/20/18	NC T02 0204 S2	HIGH PRIORITY	C5 ASSET	Triggered STATUS	Unassigned ASSIGNEE	...

ПИК НАГРУЗКИ В
14:48.28



КАК WAZE, НО ДЛЯ
СТАНКОВ С ЧПУ

записывается и SMS отправляется оператору, в дополнение к генерации инцидента на странице клиента.

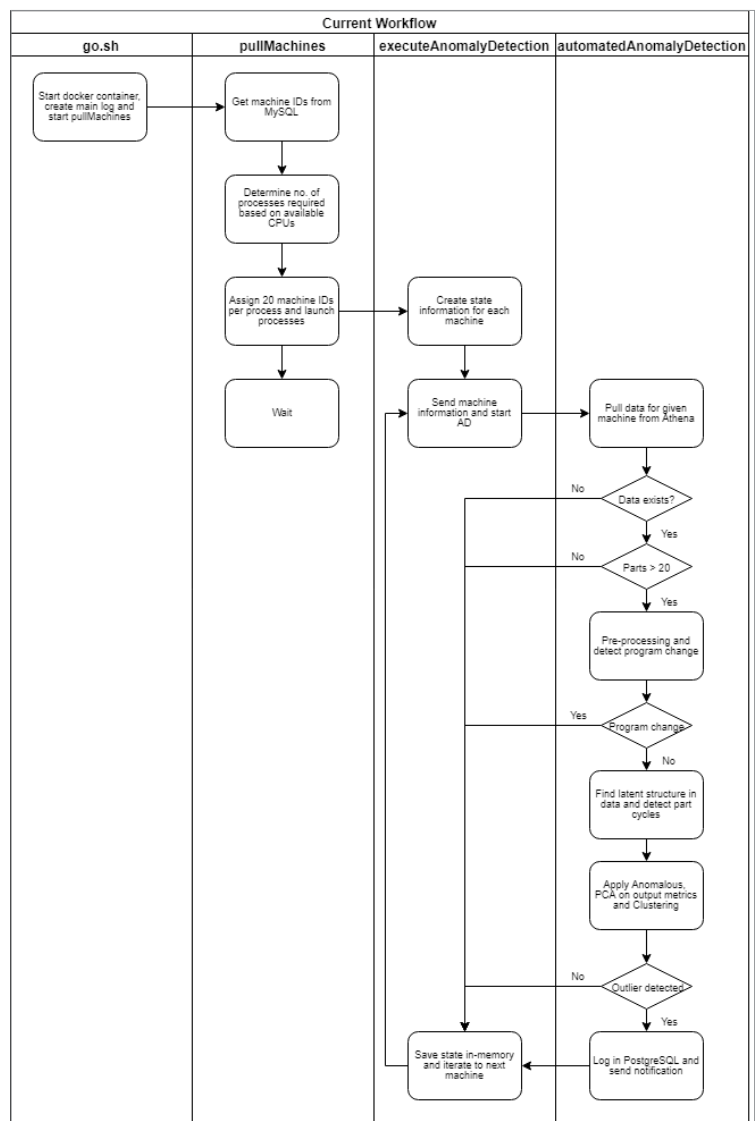
Пример инцидента с аномалией, в котором указаны время, приоритет, достоверность и адресат. Клиенты могут определять приоритеты и адресатов, в то время как мы определяем уровень достоверности, основываясь на том, насколько далеко находится отклонение. Другие инциденты на этой странице иницируются определенной пользователем системой, основанной на правилах. Алгоритм также имеет возможность определять, когда запускается новый тип детали, поскольку мы собираем поле «program_code», которое указывает, какая программа выполняется. Переключение программы очистит облако аномалий и полностью перезапустит процесс.

Мы обернули все это в другой скрипт, который извлекает идентификаторы станков из нашей базы данных и объединяет их в небольшие группы из 15–20 станков. Каждая

группа проходит через свои 15–20 станков последовательно и применяет весь процесс к каждому станку. Это вносит некоторую задержку в получение уведомлений получателями, но все же позволяет нам полностью регистрировать и диагностировать аномалии для дальнейшей настройки (что в конечном итоге является целью нашего пилота).

Мы запускаем все это с помощью bash-скрипта, который принимает аргументы, которые изменяют параметры обнаружения аномалий. Это особенно полезно на экспериментальных этапах, поскольку настройку гиперпараметров в основном необходимо выполнять в реальных условиях. Мы имеем дело с уникальной проблемой, потому что трудно проверить аномалии с помощью исторических данных - клиенты часто не помнят, когда станок выходил из строя или испытывал странное поведение. У нас было несколько примеров, которые могли бы помочь нам в этом, но мы не собирали информацию о массовом отказе инструмента в прошлом.

Мы знаем, когда возникают аварийные сообщения на станках, и можем соотнести их с нашими аномалиями. Производители оборудования и клиенты определяют эти аварийные сигналы, которые возникают, когда станок выходит из строя, по соображениям безопасности или когда необходимо выдать предупреждение. Однако трудно распутать ситуацию, когда аварийные сигналы фактически приводят к простоям из-за от-



сутствия стандартизации.

Для справки выше приведена полная схема для тех, кто интересуется техническими подробностями (или, если вам действительно нравятся блок-схемы).

Следует отметить, что на фронт-энде мы разработали пользовательский интерфейс, позволяющий клиентам отмечать каждую аномалию как «аномальную и полезную», «аномальную и бесполезную» или «не аномалию» для сбора валидирующих данных и для дальнейшего совершенствова-

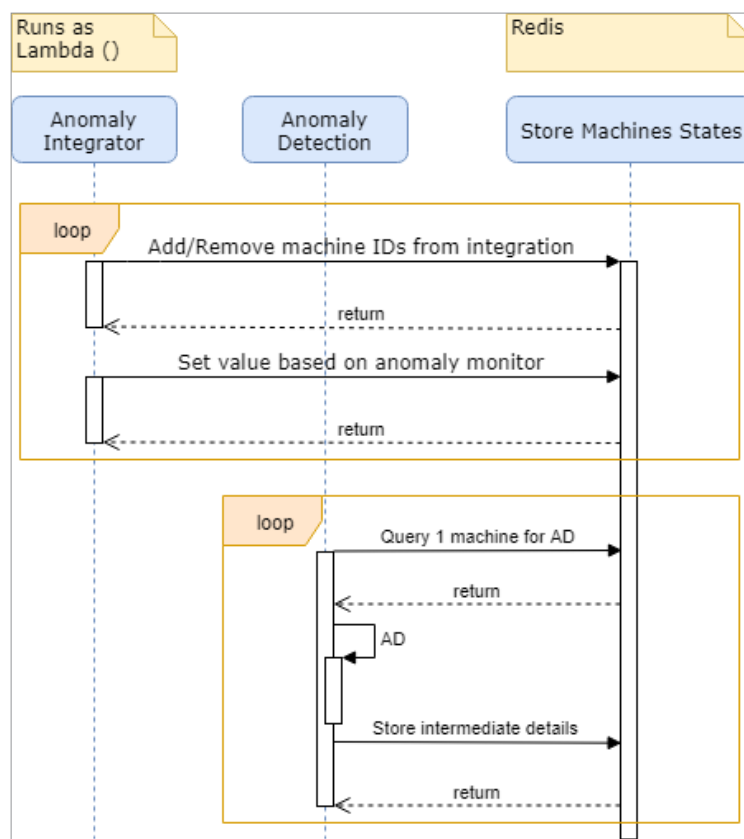
ния наших методов.

Продуктизация — AWS Лямбда

По мере развития процесса наш план состоит в том, чтобы максимально снизить расходы при одновременном повышении надежности. Мы планируем заменить докеризованные R-скрипты функцией AWS Lambda, которая принимает данные непосредственно из нашего потока данных и выполняет всю их обработку. Там не будет необходимости оплачивать расходы на запрос или EC2; обработка будет быстрее,

и будет меньше частей, которые могут потерпеть неудачу. Это также позволило бы нам развернуть это локально для объектов, которые не хотят отправлять свои данные в облако. Мы также добавили возможность сохранять информацию о состоянии станков и машинах, на которых мы хотим это запускать, в Redis.

Будет создан парк лямбд, причем каждая лямбда будет обнаруживать аномалии для небольшой группы станков. Как только лямбда завершает обработку микропартии, она сохраняет информацию о состоянии станка. После возобновления она может немедленно получить сведения о станках, на которые была назначена.





Выбор профессионалов
для работы с УП



EDIT



CNC-CALC



DNC-MAX



TEACHWARE



MDC-MAX



NFS/FTP



NC-BASE



FILTER



MDM



**MACHINE
SIMULATION**

(812) 408-77-17

www.locniti.ru

www.cimco-software.ru