

# Как заставить цифровой поток работать на вас

Это может потребовать сочетания внутренних вычислительных ресурсов компании с облачными

Tom Kevan, пишущий редактор "Digital Engineering"

©2020 Peerless Media, LLC

Эволюция концепции цифрового потока, или цифровой нити (*Digital Thread*) продолжается. Множество важных составляющих еще только предстоит четко обозначить, а лидерам отрасли и поставщикам технологий предстоит договориться о наилучшем пути её воплощения, способствующем широкому внедрению. Как следствие, множество возникающих у инженеров вопросов часто остается без ответа.

Значительные вызовы, встающие перед заинтересованными во внедрении цифрового потока компаниями, затрагивают следующие вопросы.

Какой масштаб внедрения является наиболее подходящим на начальных стадиях этой инициативы? Можно ли рассчитывать на то, что большинству компаний для задач сбора данных и извлечения из них знаний при помощи методик обработки "больших данных" (*Big Data*) будет достаточно их внутренних вычислительных ресурсов, либо им придется обратиться к облачным системам и услугам? Какими видами вычислительных ресурсов должны обладать компании, чтобы справиться с объемом данных, возникающим при функционировании цифрового потока, и какую роль в этом играют системы высокопроизводительных вычислений (*High-Performance Computing, HPC*)?

Ответы определенно не высечены в камне. Однако, взгляд на современные методы и инструменты дает инженерам представление о текущем состоянии этой концепции и её перспективах.

## Концепция *Digital Thread*

Будучи одним из модных выражений, возникших в результате вовлечения "больших данных" в общее движение к цифровизации, цифровая нить обозначает некую коммуникационную основу, "сшивающую" различные информационные потоки для создания целостного представления об объекте на протяжении всего его жизненного цикла (рис. 1). Конечная цель заключается в том, чтобы покончить с изолированностью хранилищ информации, затрудняющей обмен данными между разрозненными и разнородными программными системами.

Цифровой поток, объединяющий все данные о проектировании, производстве, функционировании, цепочке поставок комплектующих и техническом обслуживании изделия, призван обеспечить доставку правильной информации в нужное место и в нужное время. Это выражается в том, что инженеры компании (и её партнеры) получают доступ к данным из всех систем предприятия, а также возможность интеграции и анализа этих данных с целью их преобразования в полезную на практике информацию.

Такой цифровой механизм обещает полностью изменить процессы проектирования и производства, функционирования цепочки поставок. Это будет обеспечиваться за счет более эффективной оценки настоящих и будущих характеристик изделия, раннего распознавания эксплуатационных отклонений, предоставления возможности постоянного улучшения проектов и моделей и оптимизации производства в аспекте технологичности.

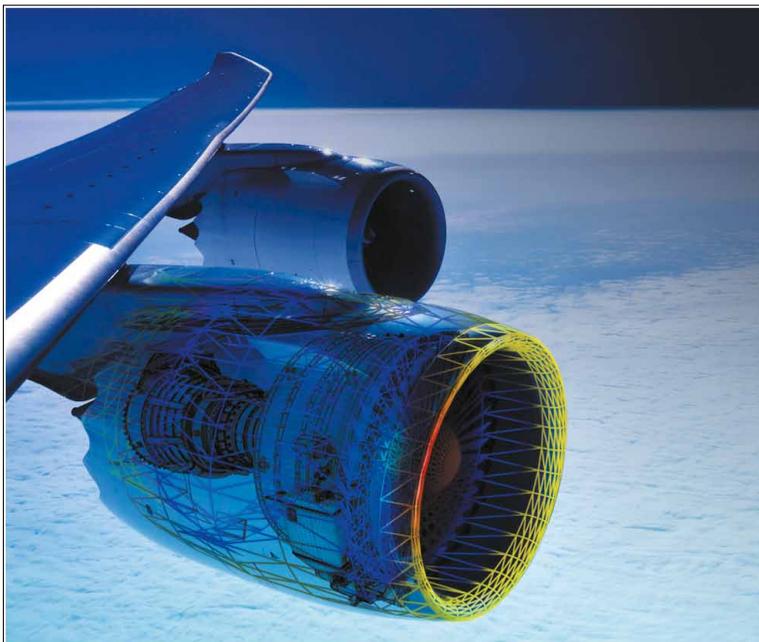


Рис. 1. Волшебство цифровой нити заключается в том, что она "сшивает" данные из сфер проектирования, производства и эксплуатации, предоставляя "единую версию правды". Это обещает упростить задачу отвечать на вызовы, связанные со сложностью современных процессов разработки продуктов. (Иллюстрация предоставлена компанией Rescale)

Итог? Приверженцы концепции заявляют, что цифровой поток смягчит вызовы, связанные со сложностью современных процессов разработки продуктов.

### Откуда поступают данные?

Чтобы выстроить цифровой поток, инженеры задействуют две группы данных.

Первая состоит из “цифровых определений”, которые предоставляются со стороны программных систем в таких сферах, как управление жизненным циклом изделия (*PLM*) и жизненным циклом программного обеспечения (*ALM*), управление производственными операциями (*Manufacturing Operations Management, MOM*) и планирование ресурсов предприятия (*Enterprise Resource Planning, ERP*).

“Большую часть этих цифровых определений предоставляют *PLM*-системы”, – говорит **Dave Duncan**, вице-президент *PTC* по управлению продуктами. – “Заказы в *ERP/CRM*, облачные платформы и иные источники дают менее важные атрибуты продуктов, такие как номера и дополнительные опции моделей. Инструментарий *PLM* извлекает из этих свойств продуктов то, что характерно для конкретных конфигураций, путем декодирования “рецептов” в перегруженных определениях проекта – таких, как *CAD*-модели, спецификации (*Bill Of Materials, BOM*) и техпроцессы”.

Вторая группа данных содержит информацию, касающуюся физического (реального) опыта использования продуктов и процессов. Зачастую эти данные поступают через платформы интернета вещей (*Internet of Things, IoT*), которые предоставляют поступающие от сенсоров сведения о работе бизнес-систем, как то: история изготовления, рабочие наряды, заказ-наряды на обслуживание и претензии по гарантии.

### Основные этапы внедрения

Существует несколько фаз создания цифрового двойника. Первым делом от инженера требуется построить геометрическую модель (цифровое представление) продукта или системы, затем расчетные модели для описания физических процессов функционирования продукта и процессов производства.

В дальнейшем команда разработчиков собирает наборы данных, которые будут служить для уточнения и обогащения модели продукта, а также в качестве входных данных для расчетов. Для этого привлекаются разные источники в весьма широком диапазоне – от подключенных через *IoT* датчиков до традиционных файлов типа *CSV (Comma-Separated Value* – разделенные запятыми значения). Приветствуется использование всего, что может “обогатить” модель и добавить ценность.

Препятствием становится необходимость объединения разнородных типов данных, для

чего и нужен цифровой поток. Он служит тем клеем, который позволяет инженеру соединить правильные данные с правильной моделью или моделями.

Все вышеупомянутые данные должны поддерживаться набором инструментов, объединяющим *CAE, IoT* и продвинутое средства аналитики. Это, в свою очередь, требует сквозного обеспечения информационной безопасности для всей цепочки.

Однако, всё это только первые шаги к привлечению максимальной пользы от цифрового потока.

“До настоящего времени отрасль двигалась в одном направлении, делая всё в едином цифровом пространстве”, – говорит **Alvaro Everlet**, старший вице-президент *Altair Engineering* по направлению *IoT*. – “Сейчас настало время использовать эту привилегированную позицию и направить на ценность, которая трансформируется в глубокое понимание и [правильные] действия, а обеспечить это могут аналитические инструменты”.

### Начните с малого

В целом все внедрения на предприятиях концепции цифрового потока следуют этим стандартным шагам. Вместе с тем каждый случай характеризуется конкретными требованиями.

Основные модификации чаще всего вызваны ограничениями процесса производства, а не [поддерживающих концепцию] технологий. Для того чтобы избежать проблем в процессе разработки, все преграды должны быть всесторонне рассмотрены еще на раннем этапе.

Главная сложность заключается в определении идеального масштаба мероприятий. Это требует установления первоочередных вариантов использования [собираемых данных] и средств, требующихся для их обеспечения. Лучше всего начать с подгруппы потенциальных цифровых двойников и сшивать воедино только то, что действительно необходимо.

“Мы работали с клиентами, которые изначально пытались извлечь каждую частицу данных о продуктах и процессах, которую только им удавалось найти в своих системах”, – говорит г-н **Duncan**. – “Затем они связывали всё это вместе и говорили своим разработчикам приложений, чтобы те брали из всего имеющегося то, что им нужно. Такое внедрение не только било по бюджету, но и давало конечный результат, который был слишком сложен для того, чтобы организации могли извлекать из него пользу. Если для работы с цифровым потоком нужны специалисты по теории и методам анализа данных – это промах”.

Начав с малого, команды разработчиков смогут быстро задействовать цифровой поток и достичь эффективности, но и загонять себя в угол не следует. С самого начала инженерам

надо планировать, как они будут двигаться от малого к большому.

Это требует рассмотрения в двух измерениях или аспектах.

Первый – это охват всех вариантов использования, что включает в себя распространение данных и путей запросов. Убедитесь, что эти ожидаемые данные и пути запросов будут корректно наложены на основу цифрового потока.

Второй аспект касается возможностей интеграции [данных] в рамках существующих примеров использования – от имеющих описательную ценность до прогнозов и инструкций.

Описательные результаты подразумевают, что возвращаются поля данных, относящиеся к продукту или процессу, в контексте задач конкретного пользователя. Он может получить только те данные, к которым у него есть доступ через приложение-источник.

Прогнозы и инструкции подразумевают “подъем более тяжелых данных” и применение более надежных структур безопасности для вычисления сходства, анализа результатов и привлечения методов машинного обучения.

## Ценность локальных вычислительных ресурсов

Возможно, один из самых значимых вопросов, касающихся применения цифрового потока, связан с вычислительными ресурсами, требуемыми для успешного осуществления этой инициативы. Вопрос заключается в том, сможет ли большинство компаний собрать все значимые данные и извлечь из них полезные знания, используя для этого только свои локальные ресурсы, или же придется обратиться к облачным системам и сервисам?

Как и в отношении большинства других инициатив по цифровизации, универсального ответа здесь не существует. Для принятия верного решения команды разработчиков должны взвесить множество факторов.

Например, использование локальных вычислительных ресурсов представляется весьма привлекательным в случае, когда ключевую роль играют проблемы соответствия нормативным актам и время реакции.

“Многие инициативы по использованию цифрового потока предполагают обработку некоторого объема данных, поступающих от сенсоров, и операционных данных, поэтому будет необходимо обеспечить инвестиции в расширение ИТ-возможностей до уровня граничных сетевых устройств и осознать необходимость затрат и усилий для сопряжения информационных систем (ИТ) с операционными системами (ОТ), [поддерживающими производство и эксплуатацию]”, – поясняет **Rick Arthur**, старший директор *GE Research* по цифровому инжинирингу. – “Данные в реальном масштабе

времени и данные, чувствительные к задержкам будут собираться и обрабатываться, вероятнее всего, на граничных IoT-устройствах и в предназначенных для этого [локальных] системах”.

## Выбор в пользу облака

Хотя можно привести аргументы в пользу подхода на основе локальных вычислительных мощностей, масштаб, динамичная природа и объемы работ, которых требует инициатива по созданию цифрового потока, всё более подталкивают инженеров и компании в сторону облака. В целом, большинство рабочих задач, подразумевающих интенсивность вычислений и высокую вариативность нагрузки, заметно выигрывают благодаря эластичности облачной инфраструктуры.

“Рабочая нагрузка [при использовании цифрового потока] почти всегда нелинейна, так что возможность резко увеличить производительность [вычислительной системы] – неся при этом временные дополнительные расходы – будет соответствовать жестким требованиям бизнеса, причем при значительно более низкой [общей стоимости владения]”, – говорит **Taylor Newill**, старший менеджер *Oracle* по управлению продуктами.

“Удобные для пользователя опции автоматизации развертывания системы, наряду с возможностью резкого увеличения мощности инфраструктуры по запросу, позволяют быстро, легко и недорого тестировать новые версии программного обеспечения и выполнять дополнительные итерации процесса на больших масштабах данных. В облаке тривиальными становятся такие задачи, как выполнение по запросу моментального среза терабайтов данных, репликация всей вычислительной среды, тестирование изменений версии, воспроизведение журнала записанных действий при расследовании или получение дополнительной аналитики без влияния на производственный процесс”, – добавляет он.

Облачные инфраструктуры также хорошо проявляют себя в поддержке инициатив цифрового потока, направленных на гибкий доступ к специализированным вычислительным ресурсам в масштабах предприятия. Вместо ограничения или приоритизации доступа к локальным ресурсам по причине ограниченности аппаратных мощностей, облако обещает возможность оперативного ответа на запросы.

“Когда речь идет о легкости масштабирования для задач цифрового потока, мы думаем, что более реалистичным подходом для компаний является обращение к облачным системам и сервисам”, – говорит г-н *Duncan*. – “Взаимодействие с облачными системами и сервисами допускает большую гибкость и адаптивность процесса. Информация, составляющая

цифровой поток, не является фиксированной, а это значит, что средства, с помощью которых она используется, тоже не должны быть такими. Кроме того, по мере внедрения цифрового потока, поставщики и прочие партнеры начинают участвовать напрямую, что намного проще и безопаснее обеспечивается в случае работы через облако, нежели во внутрикорпоративной сети”.

Такая гибкость становится особенно важной, когда процесс развития цифрового потока принимает глобальный масштаб.

“Сегодня инженерные центры организаций и клиенты разбросаны по всему миру, и сложность цепочки поставок возрастает”, – говорит **Fanny Treheux**, директор **Rescale** по маркетингу промышленных решений.

## Понемногу того и другого

Разработчики цифрового потока не должны ограничиваться использованием только локальных вычислительных инфраструктур или только облачными системами и сервисами. Сегодня растет число компаний, выбирающих и то и другое (рис. 2).

“Организации всё интенсивнее применяют гибридные инфраструктуры, которые, в зависимости от рабочей нагрузки, могут задействовать как локальные, так и облачные ресурсы – через технологии типа *Cloud Bursting* (когда приложения работают в приватном облаке, но

в случае необходимости привлекают ресурсы публичного облака)”, – говорит г-н **Everlet**. – “Например, организация, использующая основанный на физике процесса подход, может работать в облаке с моделями, управляемыми данными, чтобы определить алгоритм, который можно запускать в локальной среде для задач управления, не терпящих задержек”.

Такой подход позволяет компаниям максимизировать выгоду, получаемую от подключения объектов к интернету вещей (*IoT*), удовлетворяя при этом потребность в создании цифровых потоков, хорошо работающих в глобальном масштабе.

“Мы видим, что компании развертывают для различных областей как облачные, так и локальные решения – в зависимости от нормативных требований, требований безопасности и используемых процессов”, – говорит **John Grape**, старший директор **Siemens Digital Industries Software** по технологии и инновациям. – “*IoT*-платформы и граничные решения находят применение для сбора данных по эксплуатируемым компанией объектам с целью цифровизации её сервисных процессов. Облачные решения создаются в качестве ответа на вызовы, связанные с глобальным охватом и масштабируемостью”.

“В контексте инженерных данных, компании могли бы рассмотреть возможность хранения оперативных (промежуточных) рабочих данных локально, а данные релиза – в облаке, в том объеме, который необходим для реализации их бизнес-сценариев”, – добавляет он.

## Есть ли необходимость в высокопроизводительных вычислениях?

После принятия решения о необходимости привлечения облачных сервисов, следующим вопросом для команды разработчиков должен стать вопрос о высокопроизводительных вычислениях. Как и во многих других аспектах развития цифрового потока, конкретные требования к приложениям играют большую роль в поиске ответа на этот вопрос. Зачастую используемый подход вовлекает множество вычислительных платформ.

“Мы часто видим, что наши клиенты выполняют множество типов инженерного анализа, и наиболее подходящие типы инфраструктуры для разных типов анализа могут отличаться”, – говорит **Edward Hsu**, вице-президент **Rescale** по продуктам. – “Это могут быть процессоры общего назначения, графические процессоры, системы с большим

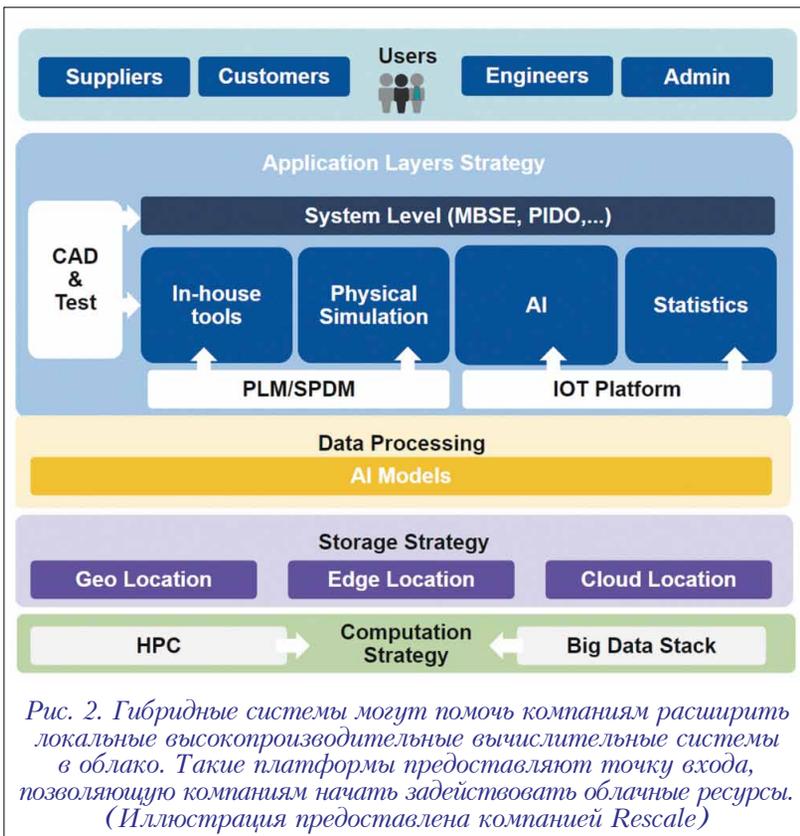


Рис. 2. Гибридные системы могут помочь компаниям расширить локальные высокопроизводительные вычислительные системы в облако. Такие платформы предоставляют точку входа, позволяющую компаниям начать задействовать облачные ресурсы. (Иллюстрация предоставлена компанией Rescale)

объемом оперативной памяти или высокой пропускной способностью межузловой шины (интерконнета) – то, что принято считать *HPC*-системами”.

Вдобавок к зависимости от вида инженерного анализа, тип требуемого вычислительного ресурса зависит и от активной фазы жизненного цикла цифрового потока.

“Обычно, создавая цифровой поток, инженеры действуют в контексте рабочих задач”, – говорит г-н *Grave*. – “Для поддержки этих задач нет большой необходимости в дополнительных вычислительных мощностях. Аспект больших объемов данных здесь на самом деле роли не играет. Однако междисциплинарное и межатраслевое использование цифрового потока может оказаться более проблематичным – это зависит от сферы применения, которую охватывает цифровой поток в соответствии с потребностями бизнеса”.

Например, при использовании цифрового потока для улучшения конструкции и характеристик продукта может возникнуть необходимость в сборе “сырых” эксплуатационных данных (*as-operated*) от клиентов, а также подтвержденных данных о характеристиках (*as-validated*) от испытательных лабораторий, данных о технологичности и об изготовлении (*as-built*) от заводов

и поставщиков комплектующих, проектировочных данных (*as-designed*) и вариантов компромиссных решений от инженеров.

“Консолидация и взаимоувязка этих данных потребует значительных инвестиций в системы больших данных для фиксации и унификации данных об эксплуатации и физических испытаниях, результатов инженерного анализа, информации о производстве и цепочке поставок”, – говорит **Eric Tucker**, старший директор *GE Research* по высокопроизводительным вычислениям и средствам машинного обучения. – “*HPC*-ресурсы могут потребоваться, это зависит от сложности вашего продукта и зрелости процесса проектирования”.

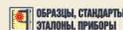
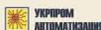
Исследования рынка всё более указывают на то, что когда затраты становятся определяющим фактором, привлечение высокопроизводительных вычислительных ресурсов быстро обеспечивает хорошую отдачу от инвестиций. Так, проведенное в 2018 году *Hyperion Research* ([www.hpcuserforum.com/ROI](http://www.hpcuserforum.com/ROI)) исследование экономических моделей, связывающих высокопроизводительные вычисления с *ROI*, показывают, что в случае использования *HPC* отдача с каждого вложенного доллара примерно в 100 раз превышает отдачу от инвестиций в традиционные способы проектирования. 🗨

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

## ХІХ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2020

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

# 24 – 27 НОЯБРЯ



**ОРГАНИЗАТОР:**

Международный выставочный центр

Генеральный  
информационный партнер:



Эксклюзивный  
медиа партнер:



Технический  
партнер:



Международный выставочный центр

Украина, 02002, Киев

Броварской пр-т, 15

М "Левобережная"

☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58

e-mail: alexk@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр

www.tech-expo.com.ua