

Публикация в начале июля 2008 года известной Американской консалтинговой компанией *Cyon Research Corporation* солидного 23-страничного аналитического материала под названием “Классификация MCAE-систем проливает свет на структуру рынка” (“*Classes of MCAE software: clarifying the market*”, <http://cyonresearch.com/WhitePapers.aspx>) побудила нас взяться за перо по нескольким причинам.

Во-первых, насколько нам известно, классификация систем инженерного анализа для машиностроения (*Mechanical Computer-Aided Engineering – MCAE*) предлагается впервые, и нам самим хотелось бы иметь под рукой (а также предложить нашим читателям) терминологически корректный перевод этого документа, который отличался бы по качеству от оперативно появляющихся электронных публикаций.

Во-вторых, выработка общеупотребительной классификации MCAE-систем, применение которых только набирает популярность как полноправная составная часть жизненного цикла любого проектируемого изделия (а не только продукции оборонной, авиакосмической и автомобильной отраслей), будет, по всей видимости, делом не одного года. В этой связи возникло желание снабдить документ своими, пусть и немногочисленными, комментариями – с позиций концепции PLM и на основе своего опыта использования аналитических программных средств в научных исследованиях и при проектировании изделий, уходящего корнями еще во времена мейнфреймов.

И, наконец, в-третьих, не будем забывать, что в этом несовершенном мире всегда существует соблазн применять различного рода классификации в качестве маркетинговых инструментов для продвижения программных продуктов (в первую очередь это относится к поставщикам PLM-решений среднего класса). Поэтому нам сразу хотелось бы предупредить читателей, чтобы они обращали внимание на акцентирование “стирания граней” (если таковые попытки будут иметь место) между системами классов *mid-range* и *high-end*. К сожалению, в своём предыдущем исследовании, касающемся классификации CAD-систем (этот документ подробно рассматривался нашим журналом чуть больше года назад – см. статью “О ‘новом взгляде’ на классификацию САПР”, *Observer* ##5,6/2007), этого соблазна авторы не избежали.

Нельзя не отметить, что работа *Cyon Research* получила частичную финансовую поддержку со стороны компаний *Autodesk* и *SolidWorks*. Первая активно продвигает на рынке свою концепцию цифрового прототипа (*digital prototyping*) на базе системы *Inventor* класса *mid-range* (согласно классификации *Cyon Research*, ныне именуемому *mainstream*); набор же её MCAE-решений пополняется в основном за счет покупки технологий (последнее приобретение – компания *ALGOR*). Вторая, в качестве приложения к своему флагманскому продукту *SolidWorks*, предлагает MCAE-системы *COSMOSWorks* и *SolidWorks Flow Simulation*.

Объем подготовленного материала весьма обширен, что вынуждает нас опубликовать его частями.

## К вопросу о классификации MCAE-систем

### Часть I

Сергей Павлов, к.ф.-м.н., Юрий Береза (*Observer*)

[observer@cadcamcae.lv](mailto:observer@cadcamcae.lv)

#### Краткое содержание

Компания *Cyon Research* выработала свой подход к анализу рынка, который, как надеются в компании, окажется полезен для читателей и облегчит понимание происходящего. *Cyon Research* делит рынок на сегменты в зависимости от типа задач, стоящих перед пользователями систем и моделируемых процессов.

На взгляд *Cyon Research*, одним из важных признаков при классификации MCAE-систем является **сложность** (*difficulty*) решаемых задач, которые лежат в диапазоне от простых и понятных (*straightforward*) до чрезвычайно сложных (“*hairy*”). Другим признаком классификации является **масштаб** задачи (*scale*) – то есть характерный размер отдельных элементов модели или всей модели в целом. Пользуясь этим признаком, можно выделить, например, крупные (*big*) задачи. Еще одним признаком классификации является **необходимая для решения задачи последовательность операций** (*workflow*). Так, например, в ряде случаев необходимо проведение итераций в ручном или полуавтоматическом режиме.

Таким образом, решаемые с помощью MCAE-систем задачи могут отличаться масштабом, сложностью

и последовательностью операций, необходимой для достижения результата.

Более того, если сложность или степень интеграции (*complexity*) задач возрастает, то становится всё труднее отслеживать сами решаемые задачи и используемые последовательности операций. Для управления данными и выполняемой с помощью MCAE-системы последовательности операций (вычислительным процессом) появился ряд программных средств. В *Cyon Research* эту категорию ПО называют системами управления симуляцией изделия, представленного в цифровой форме (*Digital Product Simulation Management – PSM*).

На наш взгляд, более логичным и понятным является всё же термин “система SPDM” (то есть *Simulation and Process Data Management* – система управления данными и процессами симуляции).

*Cyon Research* отмечает, что классификация MCAE-систем “естественным образом” сложилась в ходе дискуссий специалистов компании с поставщиками и заказчиками MCAE-решений. Она стала основой для построения графической “карты” отрасли MCAE (рис. 1). Эта “карта” была проверена в общении с пользователями, поставщиками и аналитиками отрасли, и

теперь *Cyon Research* предлагает ряд рекомендаций для потенциальных пользователей МСАЕ-систем.

В подготовленном *Cyon Research* документе рассматриваются различные группы заказчиков МСАЕ-систем и предлагаются “естественная” (*natural*) классификация программных средств. “Карта” рынка МСАЕ подробно обсуждается в соответствии со схематично отображенной классификацией решаемых задач.

Кроме того, сформулирован ряд замечаний и рекомендаций для инженеров-расчетчиков и руководителей, которые изучают возможности приобретения МСАЕ-систем.

На наш взгляд, здесь авторы попытались свести на одной простой и наглядной картинке все предлагаемые ими признаки классификации (которые подробно будут рассмотрены во второй части этого материала). Видимо, это должно было продемонстрировать многомерность самой проблемы.

Насколько удачно такое представление – это мы выясним позже, когда будет обсуждаться классификация САЕ-систем по критерию сложности. Отметим лишь некоторую нестыковку. Для иллюстрации своего подхода авторы построили еще несколько более подробных “карт”, которые, однако же, сложно трактовать только как уточнение первой.

## Введение

Как отмечают специалисты *Cyon Research*, изначально программные средства класса МСАЕ представляли собой инструменты для инженеров, занимающихся прочностными расчетами для нужд авиакосмической промышленности. Со временем сфера применения МСАЕ расширилась. Впоследствии появилась и необходимость в инструментах управления данными и процессами.

Как поставщики, так и заказчики признают значимость всестороннего (комплексного) исследования проектируемого изделия. Идея заключается в том, что кульминацией инженерного анализа является желание получить изделие в цифровой форме и применить к ней всевозможные виды тестирования, которые, в случае использования физического прототипа, оказались бы слишком дорогостоящими и трудоемкими. И хотя существующие средства инженерного анализа всё еще далеки от совершенства, даже частичную реализацию этой мечты трудно переоценить.

Функционал МСАЕ-систем, напоминает *Cyon Research*, постоянно развивается. Новые алгоритмы для решения всё более сложных аналитических задач для нужд машиностроения максимально используют возрастающую мощь компьютерных платформ. Непрерывно совершенствуются алгоритмы автоматизированного построения расчетной сетки, упрощается пользовательский интерфейс, расширяются средства учета различных видов нелинейности решаемой задачи; возможности моделирования становятся всё более универсальными; развиваются и многие другие аспекты МСАЕ-систем. В настоящее время, предлагаются сотни продуктов класса МСАЕ, предназначенных для решения широкого круга задач. Примерно две трети доходов глобального рынка МСАЕ-систем приходится на долю компаний *Altair*, *ANSYS*, *Dassault Systèmes*,



Рис. 1. В основе “карты” рыночного сегмента МСАЕ-систем лежит классификация решаемых задач

*MSC.Software* и *Siemens* (перечислены в алфавитном порядке). Однако ясного представления о структуре рынка у заказчиков нет. Существует некоторое разделение рынка на сегменты по ценам, но какой-либо четкой взаимосвязи между стоимостью продукта и его функциональными возможностями не наблюдается. Отсутствует также очевидная для пользователя корреляция между стоимостью и удобством; было даже обнаружено, что дорогими программами зачастую сложнее пользоваться, чем более дешёвыми.

Аналитики *Cyon Research* утверждают, что в процессе анализа рынка машиностроительных САЕ-систем (*Mechanical Computer-Aided Design*) им удалось разработать методологию, позволяющую определить характерные особенности этого рынка. С точки зрения *Cyon Research*, кажется логичным применить эту методологию к рынку МСАЕ-систем (сделав акцент на МСАЕ-системах, базирующихся на геометрическом представлении анализируемого изделия (*geometry-based MCAE*)), чтобы выяснить, имеются ли основания для введения схожих определений для соответствующих классов программ. Тогда, в результате анализа МСАЕ-систем, ими были выделены два сегмента рынка, различающиеся ценами на продукты, моделью дистрибуции и принципиальными отличиями потребностей пользователей МСАЕ-систем. Эти сегменты рынков были названы как “*mainstream*” (прежде известный как “*mid-range*”) и “*specialized*” (ранее именованный “*high-end*”).

Критическое мнение редакции *Observer*’а об этом исследовании *Cyon Research* подробно изложено в статье “О “новом взгляде” на классификацию САЕ” (*Observer* #5,6/2007).

Результаты предварительного анализа рынка МСАЕ-систем вселяли аналитикам *Cyon Research* надежду, что эти программные инструменты, по аналогии с рынком МСАЕ-систем, тоже могут быть разделены на два класса: “*mainstream*” (массовые) и “*specialized*” (специализированные). При этом к классу “*mainstream*” относились бы недорогие системы, ориентированные на использование инженерами-конструкторами, а к классу “*specialized*” – дорогостоящие инструменты,

предназначенные для сложного инженерного анализа и ориентированные на инженеров-аналитиков, специалистов в этой области.

Увы, отмечает *Cyon Research*, разделение рынка *MCAE*-систем на сегменты оказалось не столь простым... Выяснилось, что у заказчиков нет четкой приверженности к какому-либо одному классу *MCAE*-систем, поскольку компании, покупающие “*specialized*”-системы, приобретают также и “*mainstream*”-системы. К тому же, создается впечатление, что различия двух классов продуктов скорее проявляется в пользовательском интерфейсе, чем в функциональных возможностях: массовые системы позволяют решать столь же крупные задачи, что и специализированные.

По нашему мнению, последнее утверждение корректно только в том случае, когда для характеристики того, насколько крупной является задача, используется количественный критерий – число конечных элементов, уравнений или степеней свободы в расчетной модели.

На самом деле *MCAE*-системы различного уровня существуют, полагает *Cyon Research*, да и программные продукты, относящиеся к разным ценовым категориям, продаются по-разному. Однако и поставщикам, и заказчикам недостаточно одного только этих различий, чтобы ориентироваться на рынке. Какова же “естественная” классификация *MCAE*-продуктов? Что необходимо знать потенциальным пользователям, чтобы выбрать соответствующие их задачам системы? Что должны знать об этом рынке поставщики *MCAE*, чтобы заполучить больше заказчиков?

Цель исследования *Cyon Research* заключается в том, чтобы найти ответы на эти вопросы, сформулировать выводы и дать рекомендации для пользователей.

## Сложность *MCAE*

Инженерный анализ механических систем, по мнению *Cyon Research*, является областью колоссальной сложности. Чтобы разработать математический аппарат для моделирования свойств и поведения физических объектов с приемлемой для использования точностью, понадобились столетия. Создание современных изделий – интегральных схем, самолетов, автомобилей, товаров массового спроса – продолжает ставить перед нами проблемы, которые заставляют искать новые методы описания.

Вот некоторые аспекты, которые специалисты *Cyon Research* считают необходимым учитывать при решении задач инженерного анализа:

- характер решаемой задачи;
- сущность вопросов, на которые необходимо получить ответ;
- степень неопределенности постановки задачи;
- требуемая точность;
- свойства материалов;
- чувствительность результатов к выбору расчетной сетки;
- геометрия исследуемого объекта;
- топология исследуемого объекта;
- связи и узлы;
- условия нагружения;

- взаимосвязь и взаимозависимость физических процессов;
- динамика и движение;
- баллистика и другие области физики.

*MCAE*-системы и соответствующие им сегменты рынка являются отражением уровня сложности исследуемых объектов.

## Рынок *MCAE*-систем

По мнению *Cyon Research*, прибыль крупных и малых компаний увеличивается в зависимости от использования возможностей *MCAE*-систем в процессе проектирования. Эти инструменты позволяют отказаться от наиболее дорогостоящих и трудоемких этапов исследования, связанных с изготовлением опытных образцов (*physical prototyping*), и перейти к более оперативному, дешёвому, безопасному и надёжному способу проверки конструктивных решений с применением электронных/цифровых макетов (*electronic/digital prototyping*). Все компании, вне зависимости от их размера, получают громадную прибыль в результате сокращения сроков вывода на рынок более надёжных и эффективных изделий.

По оценкам *Cyon Research*, доход компаний-лидеров на рынке *MCAE*-систем в 2007 году составил примерно 1.3 млрд. долл., в том числе (в млн. долл.):

- *ANSYS* – 390;
- *Dassault Systèmes* – примерно 250 (от продажи пакетов *COSMOS*, *ABAQUS* и *CATIA Analysis*);
- *MSC.Software* – 247;
- *Altair* (частная компания) – 140;
- *Siemens PLM Software* – 120÷150;
- *CD-adapco* – примерно 60;
- *Moldflow* – примерно 58;
- *LMS* – 30 (учитывая только программное обеспечение для инженерного анализа и сопутствующие услуги – без доходов, связанных с тестированием и контролем изделий).

Кроме того, несколько сотен небольших компаний, таких как *Simmetrix* (информация получена *Cyon Research* в частной беседе), разрабатывают инструменты для инженерного анализа. Большая часть таких крошечных фирм (один-два сотрудника) предлагает узкоспециализированные *MCAE*-продукты. Общий годовой доход всех таких фирм *Cyon Research* оценивает в 700 млн. долл. Таким образом, общий объем рынка *MCAE*-систем составляет примерно 2 млрд. долл.

Подробное сравнение оценок объема рынка *MCAE*-систем, данных различными аналитическими и консалтинговыми компаниями, а также наши оценки доходов игроков этого рынка см. в выпусках *Observer* #5-7/2008.

Вследствие этого, по мнению *Cyon Research*, развитие рынка *MCAE*-систем подошло к той точке, когда сложившиеся ранее представления о его сегментации уже не описывают ситуацию достаточно хорошо. Соответственно, вендоры пересматривают свой взгляд на различные целевые сегменты рынка, модифицируют свои *MCAE*-продукты и разрабатывают новые.

Это мнение основывается на быстром росте (в процентном выражении) объема продаж таких массовых (*mainstream*) *MCAD*-систем, в комплектацию которых

входит и MCAE-инструментарий. Речь идет о пакетах *Solid Works Office Premium*, *Solid Edge с Femap Express*, а также *Autodesk Inventor Professional* (или *Autodesk Inventor Simulation Suite*). За последние пять лет доля перечисленных продуктов в общем объеме продаж массовых MCAD-систем выросла с 5% до более чем 20% (если считать по количеству проданных рабочих мест).

Динамика развития и изменение характера использования MCAE-систем затрудняют анализ рыночной ситуации. В процессе настоящего исследования *Cyon Research* были выявлены существенные различия в том, как видят рынок различные поставщики, консультанты и пользователи MCAE-систем.

Специалисты компании *Cyon Research* выработали свой подход к анализу рынка и надеются, что он будет полезен и облегчит понимание происходящих на рынке процессов. Предлагается разделить рынок на сегменты в зависимости от типа задач, стоящих перед заказчиками, а также моделируемых процессов.

На наш взгляд, системы моделирования процессов – как для исследования научных проблем, так и для инженерного анализа проектируемых систем – всегда создавались, так сказать, “от задачи”. Поэтому говорить о новизне подхода здесь вряд ли можно.

Ценность системы классификации неизбежно будет зависеть от глубины предлагаемого подхода – насколько выбранный авторами набор критериев опирается на фундаментальные характеристики MCAE-систем и насколько зависит от сиюминутных коммерческих целей.

## Типы пользователей и заказчиков

По мнению компании *Cyon Research*, важной характеристикой рынка MCAE-систем, которая в процессе анализа сразу становится очевидной, является наличие двух групп пользователей:

### 1 Специалисты (эксперты) в сфере CAE

Специалисты – это инженеры, непосредственно специализирующиеся на расчетах и анализе. Постановка задачи, требующей анализа, исходит от инженеров-конструкторов и главного инженера проекта, а инженеры-аналитики, опираясь на свои знания и опыт, получают конкретный результат, добиваясь необходимой точности и достоверности. Как правило, каждый такой эксперт применяет широкий набор MCAE-инструментов, однако в совершенстве владеет лишь несколькими из них. Модели изделий он получает в виде данных из MCAD-системы, а затем выполняет необходимые операции для преобразования этих моделей к виду, пригодному для анализа. Кроме того, он может создавать свои собственные модели для более детального анализа. Результаты исследования заказчики получают в виде диаграмм, видео-роликов, таблиц и пр.

Нередко более трети своего рабочего времени эксперт в сфере CAE затрачивает на решение возникающих по ходу проектирования вопросов (“walk-up”), когда другой специалист ждет немедленного ответа. Эта работа не ограничивается каким-либо определенным классом задач и может охватывать широкий круг проблем.

### 2 Универсалы

Как правило, это инженеры-конструкторы, применяющие MCAE-инструменты в процессе

проектирования – в основном для проверки интуитивно возникающих предположений. С помощью моделирования процессов конструктор-универсал углубляет свое понимание существа проблемы, пытается определить дальнейшее направление проектирования, принять решение о продолжении или о приостановке работ по проекту, идентифицировать области, где в проектируемом изделии могут возникнуть проблемы. Обычно они пытаются достичь “озарения” – нащупывая и просчитывая варианты конструкции, выбирая, “пойдет/не пойдет” какое-то решение, или выявляя потенциальные проблемные области в конструкции изделия.

Более того, по мнению *Cyon Research*, из этого следует, что не только пользователи, но и организации, являющиеся заказчиками MCAE-систем, тоже подразделяются на две большие категории:

### 1 Организации, имеющие в штате сотрудников, специализирующихся на инженерном анализе

В эту группу входят крупные предприятия; организации, ориентированные на применение PLM-решений; большие группы разработчиков, взаимодействующие между собой в процессе проектирования; коллективы, которые имеют дело с задачами, для решения которых в дополнение к MCAE-пакету необходима разработка собственных программ; организации, которым требуется проверка проектируемого изделия в цифровой форме, в отличие от простого улучшения конструкции – речь идет, например, об экспресс-анализе и проверке альтернативных вариантов конструкции (*Rapid Analysis and Validation of Design Alternatives – RAVDA*). Определение термина и его толкование дано в 2005 году в работе “*An examination of UGS’ repeatable digital validation framework*” – см. <http://cyonresearch.com/whitepapers>). Пользуясь этим подходом, инженеры могут оперативно проводить рецензирование и оценку актуальной версии, предлагаемых альтернатив, а не статических “снимков” предшествующего состояния проекта.

### 2 Коллективы, в которых MCAE-инструменты используют конструкторы

Эта категория включает не только небольшие компании, но и конструкторские бюро крупных компаний, где проектировщики занимаются целым спектром задач, включая инженерный анализ и прочее. По словам CAE-поставщиков, с которыми беседовали представители *Cyon Research*, такие коллективы фокусируются скорее на выяснении тренда, то есть качественной оценки объекта, а не на достижении высокой точности расчетов. Им нужны хорошо интегрированные с MCAD-системами MCAE-продукты, для применения которых достаточно относительно невысокого уровня квалификации в области инженерного анализа и которые обеспечивают автоматическое построение расчетной сетки, простой пользовательский интерфейс, графическое представление результатов и помощь в их интерпретации.

С момента появления автоматизированного проектирования поставщики обещают MCAE-системы столь тесно интегрированные с CAD-системами, обеспечивающие автоматическое построение расчетной сетки и столь услужливые в оказании помощи конструктору для корректного описания граничных условий, что необходимость обращаться к CAE-специалистам должна

была заметно уменьшиться. Однако, несмотря на постоянное развитие этих программ в аспекте удобства пользования, переноса CAD-данных в CAE-среду, автоматического построения расчетной сетки и пр., добиться повсеместного применения MCAE-систем инженерами-конструкторами до сих пор не удается.

По мнению *Cyon Research*, такое положение дел необходимо менять. Доступность недорогих MCAE-инструментов, включенных в комплектацию массовых MCAD-систем, позволит изменить отношение инженеров-конструкторов, работающих с MCAD-системами этого класса, к использованию MCAE.

## Что думает Autodesk

В докладе *Cyon Research* приводится мнение вице-президента компании Autodesk по CAD/CAE-продуктам для производства. **Andrew Anagnost** выделяет следующее:

“Многие ставят знак равенства между возможностью широкого доступа к инструментам симуляции и необходимостью упростить до абсурда (“*dumb down*”) функционал этих инструментов. Кроме того, некоторые до сих пор считают, что симуляция – не только сегодня, но и в будущем – это область деятельности высококвалифицированных инженеров-аналитиков. Такой образец мышления основывается на достаточно странном подходе к оценке перспектив, когда не учитываются продвинутость современных программных методов, а также вычислительная мощь, предоставляемая сейчас настольными компьютерами.

Реальность такова, что новые технологии солверов, современные методы проектирования ПО, интеллектуальные системы и “грубая” вычислительная мощь настольных компьютеров позволяют получать надежные результаты симуляции для широкого класса задач без необходимости настройки сложных моделей (*complex set up*) или применения специальных знаний. Этот факт может привести к революции в использовании симуляции в проектировании изделий. А наш долг как поставщиков программных средств – донести эту революцию до наших заказчиков”.

Здесь мы можем отметить отголосок распространенного заблуждения, что моделирование процессов сводится к некоторому набору сложных вычислительных операций, для выполнения которых до настоящего времени просто не хватало производительности персональных компьютеров. Однако самое сложное в этой сфере – это как раз то, что требует специальной подготовки и практически не формализуемо, как и озарение конструктора: это постановка задачи (то есть выбор главных и второстепенных параметров, характеризующих объект при построении его физической и математической модели), “настройка” модели на базе сравнения расчетных и экспериментальных результатов, а также интерпретация полученных результатов и оценка необходимости уточнения модели.

Когда эти этапы будут успешно пройдены (результатом чего станет описание определенного класса расчетных моделей с рекомендациями для инженеров-аналитиков), можно будет создавать и программные средства, позволяющие проводить многовариантные

расчеты в указанных разработчиком модели пределах изменения параметров, задающих область применимости модели.

Однако именно такой способ практического использования CAE-средств зачастую не позволяет исследовать принципиально новые изделия, рождающиеся на стыке различных научных и технологических областей в результате того самого конструкторского озарения.

Конечно, всё это не отменяет необходимости совершенствования CAE-систем с той целью, чтобы они были доступны широкому кругу инженеров. Однако для этих средств должна быть четко очерчена область применимости – с обеспечением четкой и ясной индикации ситуаций, когда конструктору/изобретателю необходимо обращаться к специалисту-аналитику для расширения палитры заложенных в программу расчетных моделей.

По мнению *Cyon Research*, одной из серьезных проблем, возникающих в случае применения CAE-средств инженерами-универсалами, является склонность последних рассматривать высокую точность результатов расчетов как гарантию их правильности. На самом же деле полученные результаты являются лишь отражением корректности предположений, сделанных в процессе инженерного анализа модели. Другими словами, существует опасность, что универсалы в итоге получат “точный ответ на некорректно поставленный вопрос”. Таким образом, с одной стороны, конструкторы, не имеющие достаточного опыта в сфере MCAE, теперь могут воспользоваться этими инструментами, что является следствием успехов в деле разработки нового программного обеспечения. С другой же стороны, в настоящее время можно (причем, проще, чем когда бы то ни было) получить не просто некорректные, а вводящие в заблуждение результаты. Более того, в дальнейшем эти результаты (имеющие “знак качества” – как прошедшие горнило MCAE-системы) будут использованы на следующих этапах проектирования и производства.

*Cyon Research* считает необходимым подчеркнуть, что возникновение подобных ситуаций не связано с изъянами MCAE-систем. Если пользователь некорректно ставит вопрос, то и получение корректного результата крайне проблематично. А разработчикам MCAE-систем, предназначенных для универсалов, нужно озаботиться проблемой “постановки корректных вопросов” в процессе исследования модели, а также не расставаться с надеждой, что в будущем они смогут предложить программы, способные помочь пользователю задать “правильные вопросы”.

Как бы то ни было, некоторые эксперты придерживаются мнения, что доступность простых в использовании MCAE-инструментов, побуждающих самостоятельно провести исследование проектируемого изделия, может привести к пагубным последствиям, если конструктор не обладает базовыми знаниями, необходимыми для анализа физических процессов. Другие же профессионалы в сфере анализа считают иначе: дав в руки конструкторам MCAE-инструменты и снабдив относительно несложными рекомендациями, позволяющими избежать катастрофических ошибок, можно добиться

существенного сокращения временных затрат в процессе разработки изделий.

Результаты исследования *Cyon Research* склонили специалистов компании к точке зрения второй группы экспертов: потенциально возможная прибыль огромна, а понимание возможных рисков – достаточно полное, чтобы избежать неблагоприятных последствий. Более того, руководство компаний должно создавать обстановку, способствующую постоянному обучению инженеров-конструкторов на их рабочем месте и общению с высококвалифицированными консультантами; также необходим и действенный контроль. Если такие условия будут созданы, а у поставщиков *МСАЕ*-систем появятся более надежные (*fail-safe* – застрахованные от ошибок) и простые в использовании продукты, то успешное применение современных интегрированных *МСАЕ*-инструментов может войти в повседневную практику инженеров-конструкторов.

*Cyon Research* напоминает, что несколько десятилетий назад *МСАЕ*-системами могли пользоваться только настоящие эксперты в соответствующей области, а сами *МСАЕ*-инструменты можно было легко дифференцировать по цене. Однако сегодня, по мнению аналитиков *Cyon Research*, наиболее существенные отличия между пакетами связаны с тем, на кого они ориентированы: на *специалистов* или на *универсалов*. Небольшие поставщики *МСАЕ*-систем должны либо создавать новаторские продукты, либо искать свою нишу – например, существует *CAE*-пакет, в котором методы вычислительной гидродинамики (*Computational Fluid Dynamics* – *CFD*) применяются для моделирования кровотока.

По мнению *Cyon Research*, специалисты и эксперты в большей степени акцентируют своё внимание на применяемых методах, чем собственно на выполнении инженерного анализа как такового. В этой связи *МСАЕ*-поставщикам необходимо ответить на вопрос, который является важным для их заказчиков: как *МСАЕ*-системы могут помочь в принятии своевременных проектных решений? *МСАЕ*-инструменты становятся столь же необходимыми, как и *MCAD*. Мощные возможности *МСАЕ*-систем говорят о том, что в ближайшем будущем их применение позволит добиться стратегического преимущества в конкурентной борьбе.

Фактически, считают аналитики *Cyon Research*, сегодня наблюдается раздвоение рынка *МСАЕ*-систем вследствие ориентации на две целевые группы:

- **специалисты в области анализа** всё больше и больше концентрируются на разработке методов и “шаблонов”, предназначенных для решения определенных классов задач, расширяя, таким образом, границы применения *CAE*-технологий;

- **универсалы** – проектировщики, которые работают с шаблонами, созданными экспертами, а также самостоятельно овладевают знаниями, необходимыми для использования *МСАЕ*-систем в процессе разработки изделий.

Наблюдение, на наш взгляд, верное, но зауживать круг задач квалифицированных специалистов всё же не стоит. На их плечах лежит и контроль над результатами моделирования – аналогично тому, как существует контроль над проектом. ☞

(Продолжение следует)

## ◆ Новости компании Autodesk ◆

### **Autodesk и “Базовый элемент” договорились о долгосрочном сотрудничестве**

Компания *Autodesk* объявила о заключении долгосрочного соглашения, в рамках которого предприятия российского холдинга “Базовый элемент” ([www.basel.ru](http://www.basel.ru)) получают лицензионные версии программных продуктов *Autodesk*, техническую поддержку и обслуживание.

К настоящему моменту “Базовый элемент” закупил уже более 1100 лицензий ПО *Autodesk*, основная часть которых – отраслевые решения. С помощью сбалансированного набора решений *Autodesk* холдинг создает инновационные проекты в области строительства, машиностроения и проектирования инфраструктуры. Внедрение передовых технологий и переход на отраслевые решения *Autodesk* помогает предприятию идти в ногу со временем и успешно конкурировать на рынке.

“Базовый элемент” – крупная российская компания, которая работает в шести основных направлениях: энергетическом, ресурсном, машиностроительном, финансовом, строительном и авиационном. Холдинг владеет значительными долями в десятках компаний: “ОК РУСАЛ”, “Группа ГАЗ”, “Авиакор”, “Главстрой” и др. Для успешной работы холдингу важно постоянно поддерживать связь между своими предприятиями. Единая цифровая модель позволяет создать общую базу данных по всем проектам и

наладить эффективную коммуникацию внутри холдинга. Технология цифрового прототипа, в свою очередь, помогает экономить время и средства на всех этапах от проектирования до производства изделия.

“*Autodesk* позволяет создать единую среду для работы в строительстве, производстве и инфраструктуре”, – считает **Наталья Тамеева**, директор по работе с корпоративными заказчиками компании *Autodesk*. – “Новые отраслевые решения *Autodesk* сокращают время и затрачиваемые средства при реализации проекта, дают больше возможностей для инновационного подхода в решении основных производственных задач. Совместно с руководством холдинга “Базовый элемент” мы стараемся максимально быстро и легко внедрить сбалансированный набор решений *Autodesk*”.

“По договору о сотрудничестве мы закупили отраслевые решения *Autodesk* и обновили уже установленное ПО”, – сказал **Борис Сажин**, начальник управления ИТ компании “Базовый Элемент”. – “Сейчас идет установка новых программных продуктов и проводится обучение инженеров. Уже запланирован ряд проектов, реализация которых, как мы надеемся, будет проходить значительно быстрее и легче благодаря новым решениям *Autodesk*”. ☞