

Узкие места в процессе анализа методом конечных элементов

Реализация инноваций за счёт большей отдачи от CAE

Michelle Boucher, вице-президент компании Tech-Clarity

©2016 Tech-Clarity, Inc.



Michelle Boucher – вице-президент компании *Tech-Clarity* по исследованиям в области технического ПО. За более чем 20 лет стажа она работала в должности инженера, маркетолога, менеджера и аналитика. Имеет большой опыт в таких сферах, как проектирование изделий, симуляция, системный инжиниринг, механотроника, встроенное ПО, разработка печатных плат, улучшение эксплуатационных характеристик изделий, совершенствование процессов и пр.

Закончила с отличием *Babson College* и получила степень магистра делового администрирования (MBA), а также степень бакалавра по машиностроению в

Вустерском политехническом институте.

Свою карьеру *Michelle Boucher* начинала как инженер-механик в компаниях *Pratt & Whitney* и *KONA* (в настоящее время – *Synventive Molding Solutions*). Затем более 10-ти лет работала в *PTC*, занимаясь технической поддержкой, менеджментом и маркетингом, где приобрела глубокое понимание потребностей конечных пользователей. Следующим занятием стал технический маркетинг в корпорации *Moldflow Corporation* (приобретена компанией *Autodesk*), являвшейся ведущим игроком на рынке симуляции процессов литья под давлением. В дальнейшем она присоединилась к команде аналитической компании *Aberdeen Group*, где занималась исследованиями процессов, ведущих к созданию инновационных изделий, их разработки и подготовки производства.

Г-жа *Boucher* – опытный исследователь и автор множества публикаций. Она опросила более 7000 профессиональных разработчиков изделий и опубликовала свыше 90 отчетов по лучшим практикам разработки изделий. В центре её внимания – задача помочь компаниям управляться со сложностью современных изделий, рынков, сред проектирования и цепочек создания добавленной стоимости для достижения высокой рентабельности.

Краткий обзор

Все компании стремятся повысить свою рентабельность и конкурентоспособность; инвестирование в улучшение процесса разработки изделий может в этом помочь и дать большую отдачу. Усиление возможностей команд инженеров с тем, чтобы они могли принимать лучшие конструкторские решения, ставит их в выгодное положение для вывода на рынок инновационной, высококачественной, прибыльной продукции.

Симуляция или инженерный анализ (*Computer Aided Engineering* – **CAE**) может служить мощным средством для того, чтобы обеспечить принятие лучших решений. Тем не менее, отдельные этапы процесса симуляции могут тормозить дело и не давать компании получать все потенциально возможные преимущества. Понимание проблем симуляции поможет компаниям применять правильные средства “в узких местах” и извлекать из CAE-инструментов еще больше ценности.

Симуляция может служить мощным средством, поддерживающим принятие наилучших технических решений.

С какими проблемами могут столкнуться компании в процессе симуляции? Что тормозит

Tech-Clarity

процесс? Каким образом успешные компании получают больше преимуществ от использования CAE-инструментов?

Чтобы ответить на эти вопросы, компания *Tech-Clarity* опросила более чем 160 производителей на предмет используемых ими процессов симуляции. Результаты опроса были проанализированы для того, чтобы выявить основные проблемы на этапах предварительного процессирования, подготовки данных для решателя и постпроцессирования.

Исследование выявило следующее:

- Предварительное процессирование является самым продолжительным этапом процесса, занимающим 38% от общего времени симуляции;
- Основные проблемы препроцессирования включают: поиск проблемной геометрии, воссоздание CAD-геометрии, определение мест контакта деталей в узлах;
- Основная проблема постпроцессирования – затраты времени на фильтрацию большого объема данных.

Кроме того, исследование высветило проблему сложности рабочей среды инженеров-аналитиков. Компании сообщают о том, что они используют несколько разных CAD-инструментов (в среднем 3.6), причем два или более

CAD-инструментов применяет подавляющее большинство – 84% компаний. Аналогично обстоит дело и с решателями (в среднем 3.3). Это еще больше усугубляет проблемы подготовки 3D-моделей для анализа.

Этап препроцессирования является самым продолжительным – он занимает 38% от общего времени симуляции.

Дальнейший анализ позволил выявить, как решают эти проблемы самые успешные организации (*Top Performers*). По сравнению с конкурентами, они более эффективны, у них больше инноваций, они производят продукцию более высокого качества и лучше работают для достижения своих целей и снижения затрат.

Вот кое-что из того, что они делают для этого:

- Автоматизируют трудоемкие, занимающие много времени задачи препроцессирования. Так, они в два раза чаще [по сравнению с менее успешными конкурентами] автоматизируют задачу определения контактов деталей в сборке и в четыре раза – исправление геометрии;

- Используют гибкие инструменты препроцессирования и контролируют, чтобы модели не были избыточно упрощены, и чтобы расчетная сетка (*mesh*) была подходящей. Вероятность того, что у них есть возможность редактировать и контролировать сетку, на 52% выше, чем у середнячков;

- Применяют инструменты визуальной фильтрации и сортировки результатов расчетов – чтобы было удобнее просматривать их, анализировать и совместно использовать. Делают это они более чем в 2.2 раза чаще, чем другие компании, что позволяет им быстро анализировать результаты и фокусироваться на представляющих интерес областях;

- Заботятся о том, чтобы их средства симуляции обеспечивали работу с мультисистемной CAD-средой. Они на 89% чаще, чем конкуренты, ищут такие CAE-решения, которые могут использовать данные из разных CAD-систем.

Самые успешные производители в два раза чаще, по сравнению с менее эффективными конкурентами, автоматизируют задачу определения контактов деталей в сборке и в 4 раза – исправление геометрии.

Помимо описания узких мест процесса симуляции отчет содержит рекомендации

на основе лучших практик решения данных проблем. Применение этих практик может помочь командам разработчиков изделий получать еще большую пользу от симуляции, принимать правильные решения и в результате создавать более прибыльные изделия.

Правильные средства проектирования должны служить бизнес-целям

Количество конкурентов в современной глобальной экономике делает сложным делом для компаний создание таких изделий, которые выделяются среди множества подобных. Тем не менее, увеличение возможностей команд инженеров повышает вероятность выпуска выделяющихся изделий – с такими свойствами, которые позволяют завоевывать новых клиентов и поддерживают лояльность существующих. Те производители, которые делают умные инвестиции в свои процессы разработки, будут лучше подготовлены для того, чтобы принимать правильные конструкторские решения с тем, чтобы вывести на рынок более конкурентоспособную продукцию. Опрошенные компании показали, что понимают это, и что у них имеется ряд целей, управляющих их инвестированием в процесс проектирования (рис. 1).

Производители, которые делают умные инвестиции в свои процессы разработки, будут лучше подготовлены для того, чтобы принимать правильные конструкторские решения и выводить на рынок более конкурентоспособную продукцию.

Такие производственные цели, как достижение высокого качества и уменьшение

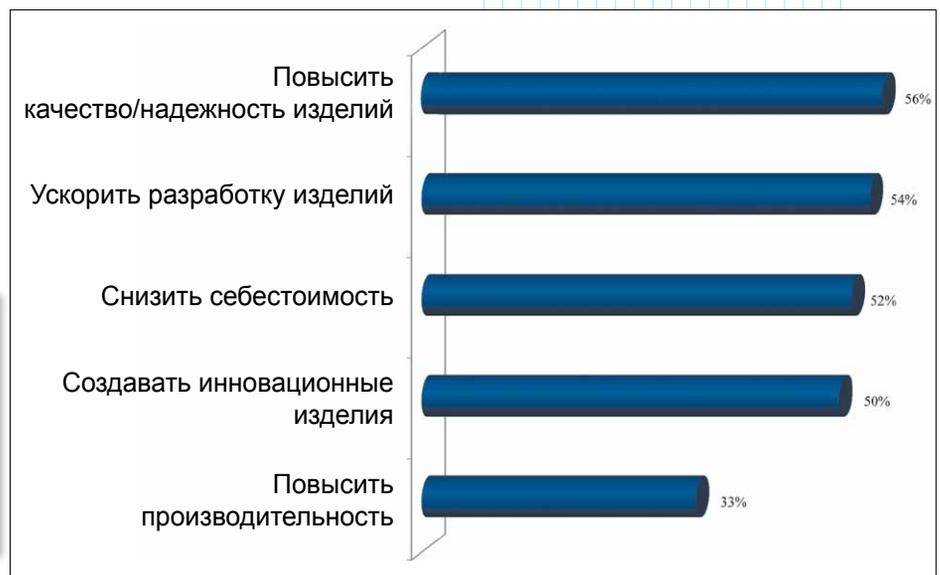


Рис. 1. Важнейшие цели, управляющие инвестированием в средства проектирования

себестоимости, оказывают сильное влияние на инвестирование в средства проектирования. В то же время, эти цели зачастую конфликтуют, и их трудно сбалансировать. Командам разработчиков изделий необходимо использовать методы сравнительного анализа для того чтобы понять, как конструкторские решения влияют на себестоимость и на качество. Инвестирование в средства проектирования может помочь обеспечить такое понимание, повысить потенциал команды разработчиков, чтобы они могли принимать лучшие решения.

Командам разработчиков изделий необходимо использовать методы сравнительного анализа для того чтобы понять, как конструкторские решения влияют на себестоимость и на качество.

Другим важным моментом для повышения конкурентоспособности является время вывода изделия на рынок. Тот, кто выходит на рынок первым, успевает захватить рыночную долю до того, как это сделают конкуренты. При этом жизненные циклы многих изделий сейчас настолько сократились, что окно возможностей для получения максимального дохода крайне сузилось. После выпуска изделия у компании остается меньше времени, чтобы окупить инвестиции и получить прибыль – до замены изделия на следующую версию, или, что еще хуже, до вытеснения продукцией конкурентов. Поэтому производители сегодня должны быть эффективными, как никогда прежде. Инвестирование в инструменты проектирования позволяет повысить эффективность, помогает командам разработчиков раньше выявить проблемы и избежать задержек выпуска создаваемых изделий.

Инновативность также является критически важным фактором. Инновации зачастую рождаются в результате перебора и оценки различных идей. Инвестиции в процесс проектирования в итоге позволяют компаниям оценить больше вариантов за меньшее время. Одновременно с созданием возможностей для получения прибыли, инновации могут нести и риски, которые свойственны природе всего нового. С помощью правильных программных инструментов инженеры могут выполнить больше виртуальных тестов, чтобы минимизировать эти риски.

С помощью правильных программных инструментов инженеры могут выполнить больше виртуальных тестов, чтобы минимизировать риски при создании инновационных продуктов.

Ценность симуляции для производителей изделий

Инвестирование в средства инженерного анализа является тем фактором, который может

стать опорой в достижении целей, показанных на **рис. 1**. Инструменты симуляции дают представление о прочности и качестве изделия, а также о таких аспектах затрат, как требуемое количество материалов. Симуляция может помочь выявить проблемы на более ранней стадии процесса создания изделия, когда их решение менее затратно. Кроме того, симуляция позволяет эффективно оценивать различные варианты конструкции, что помогает создавать инновационные продукты.

Как отмечает исследование *Tech-Clarity* под названием *“The Business Value of Simulation”*, применение инструментов CAE позволяет компаниям удовлетворить требования по уменьшению затрат и ускорению выхода на рынок, причем без компромиссов в отношении качества изделия. Кроме того, это обеспечивает дополнительные преимущества. Помимо уменьшения затрат, симуляция помогает компаниям “поднять планку” своих изделий. Она позволяет получить более полное представление о том, как будут вести себя изделия в эксплуатации, чем это когда-либо было возможно при тестировании. Это тоже помогает создавать инновации, предоставляя инженерам свободу для достоверного тестирования новых концепций. Идет ли речь об оптимизации веса, уменьшении материалоемкости и затрат или же о тестировании инновационных концепций, ранняя симуляция позволяет производителям сделать больше итераций и исследовать больше вариантов конструкций.

В любом случае, симуляция сегодня является неотъемлемой составляющей процесса разработки. Однако не все CAE-инструменты одинаково эффективны. Понимание узких мест процесса симуляции и того, что именно надо требовать от CAE-инструментов, может помочь добиться соответствия инвестиций в средства проектирования бизнес-целям компании.

Понимание узких мест процесса симуляции и того, чего надо требовать от CAE-инструментов, поможет добиться соответствия инвестиций в средства проектирования бизнес-целям компании.

Выявление самых успешных производителей

Чтобы понять, как подходят к симуляции самые успешные компании, *Tech-Clarity* сначала выявила их следующим образом. Опрашиваемых просили сравнить эффективность своих компаний с эффективностью конкурентов по четырем ключевым показателям проектирования (**табл. 1**). Респонденты могли оценить каждый показатель по пятибалльной шкале, где пятерка означала экстремальную эффективность. Верхние 20% компаний были определены в группу эффективных производителей (*Top Performers*).

Табл. 1. Различия производителей по эффективности

| Показатель | Оценка в баллах | |
|---|-------------------------|--------------------------|
| | У лучших производителей | У средних производителей |
| Эффективность разработки изделий | 4.2 | 3.3 |
| Проектирование высококачественных изделий | 4.8 | 3.6 |
| Достижение целей по себестоимости | 4.0 | 3.1 |
| Разработка инновационных изделий | 4.7 | 3.5 |

Из табл. 1 видно, что у компаний категории *Top Performers* больше возможностей для того, чтобы принимать правильные конструкторские решения. Они четко представляют, как достичь компромисса между конфликтующими целями повышения качества и снижения затрат. Они могут выполнить достаточное количество итераций для поиска наиболее инновационных решений. И всё это они делают, оставаясь эффективными.

У лучших производителей больше возможностей для того, чтобы принимать правильные конструкторские решения, и они четко представляют, как достичь компромисса между повышением качества и снижением затрат

Понимание процесса симуляции

Для улучшения процесса симуляции следует учитывать, что он состоит из нескольких различных этапов. В общем случае проведение симуляции включает в себя:

1 Предварительное процессирование

Под этим подразумевается подготовка CAD-модели к проведению инженерного анализа. Она включает в себя определение геометрии, сетки (*mesh*) и граничных условий. На данном этапе может использоваться упрощение модели. Обычно модели упрощают за счет удаления таких мелких конструктивных элементов, как отверстия и тонкие кромки, которые не влияют на эксплуатационные характеристики изделия, но увеличивают продолжительность расчетов.

2 Запуск решателя

Программа-решатель (солвер) выполняет расчеты на основе входных данных, вычисляя смещения, силы и напряжения в исследуемой модели.

3 Постпроцессирование

После завершения расчетов начинается этап постпроцессирования, смысл которого заключается в анализе результатов работы решателя.

На рис. 2 показано соотношение затрат времени на каждый этап симуляции. Как видим, наиболее продолжительным (38% от общего времени симуляции) является этап препроцессирования; далее

следует постпроцессирование (25%) и, наконец, собственно вычисления (23%).

Наиболее затратным по времени является этап препроцессирования; далее следует постпроцессирование и, наконец, собственно вычисления.

Далее мы отдельно рассмотрим каждый этап симуляции, чтобы разобраться в приоритетности улучшений, а также приведем лучшие практики, касающиеся улучшений для разных этапов.

Выявление возможностей для улучшений на этапе препроцессирования

Предварительное процессирование включает в себя несколько затратных по времени и утомительных задач. Кроме того, оно занимает верхнюю строчку в списке ответов респондентов о том, в каких областях требуются улучшения (32%).

Препроцессирование занимает верхнюю строчку в списке ответов о том, в каких областях требуются улучшения: так думает почти треть респондентов.

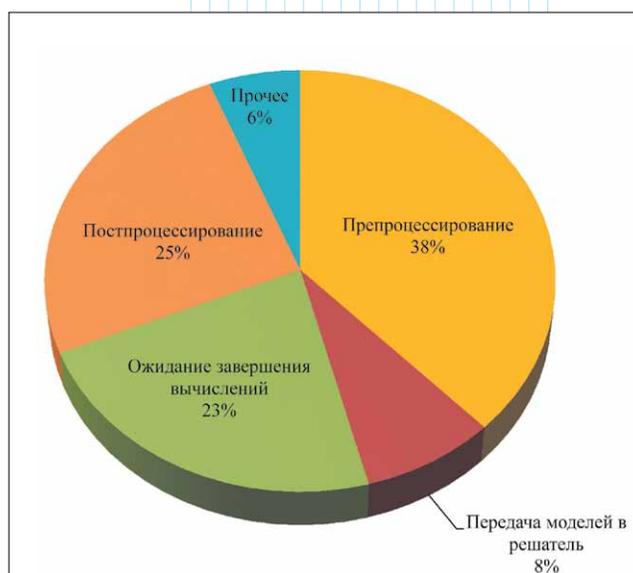


Рис. 2. Соотношение продолжительности разных этапов симуляции

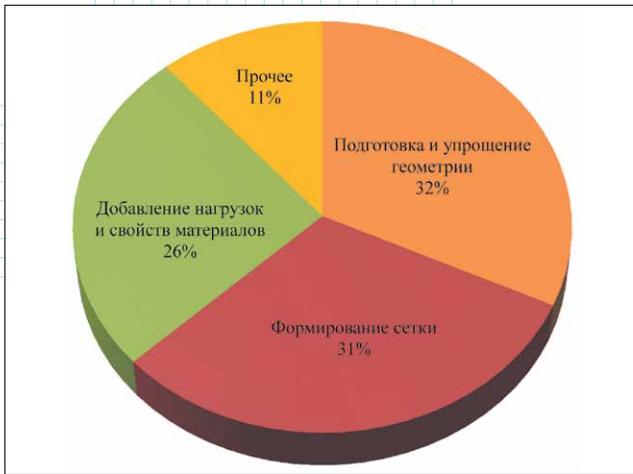


Рис. 3. Распределение времени между задачами предварительного процессирования

На рис. 3 показано соотношение затрат времени на разные задачи преобработки.

Проблемы, возникающие на данном этапе работ, можно разделить на две группы: проблемы при приведении в порядок геометрии и проблемы при подготовке расчетной модели.

Подчистка геометрии является очень затратным по времени занятием – на это уходит почти треть от общего времени преобработки.

Подчистка (*cleaning up*) и исправление геометрии является очень затратным по времени занятием – на это уходит почти треть (32%) от общего времени преобработки. Дело в том, что исходные геометрические модели могут быть получены из самых разных источников. Наиболее распространены модели в родных форматах CAD-систем (это отметил 61% респондентов) и модели, которые были конвертированы в нейтральные форматы – такие, как STEP или IGES (62% респондентов).

Исходные геометрические модели могут быть получены из самых разных источников – как в родных CAD-форматах, так и в нейтральных (например, STEP или IGES).

Эту геометрию необходимо перенести в среду CAE-инструмента. На рис. 4 показаны основные проблемы, связанные с

этим процессом (респондентов просили указать две основные проблемы).

При импортировании CAD-моделей в CAE-среду часть геометрии может быть перенесена не самым лучшим образом, что может вызвать проблемы при анализе. Выявление проблемных мест занимает много времени, и 44% респондентов оценили это как самую большую проблему. В некоторых случаях геометрию вообще не удается исправить и требуется строить заново, что удваивает затрачиваемые усилия и приводит к потерям драгоценного времени.

Выявление проблемной геометрии занимает много времени, и 44% респондентов именно это считают самой большой проблемой.

Для уменьшения времени, которое требуется решателю для вычислений, 3D-модель обычно упрощают. Для этого удаляют конструктивные элементы, на расчет которых затрачивается дополнительное время, но которые почти не влияют на эксплуатационные характеристики изделия. Однако делать это надо очень аккуратно, чтобы не удалить элементы, которые могут повлиять на эксплуатационные характеристики. Например, хотя влияние маленьких кромок, как правило, невелико, иногда маленький надрез может создать точку концентрации напряжения, которую следует проанализировать. При чрезмерном упрощении могут быть получены ошибочные результаты, что сводит на нет ценность анализа.

После того как геометрия определена и подчищена, в модель добавляют те элементы, которые необходимы для анализа: сетку, граничные условия и нагрузки. Проблемы, возникающие на этой фазе

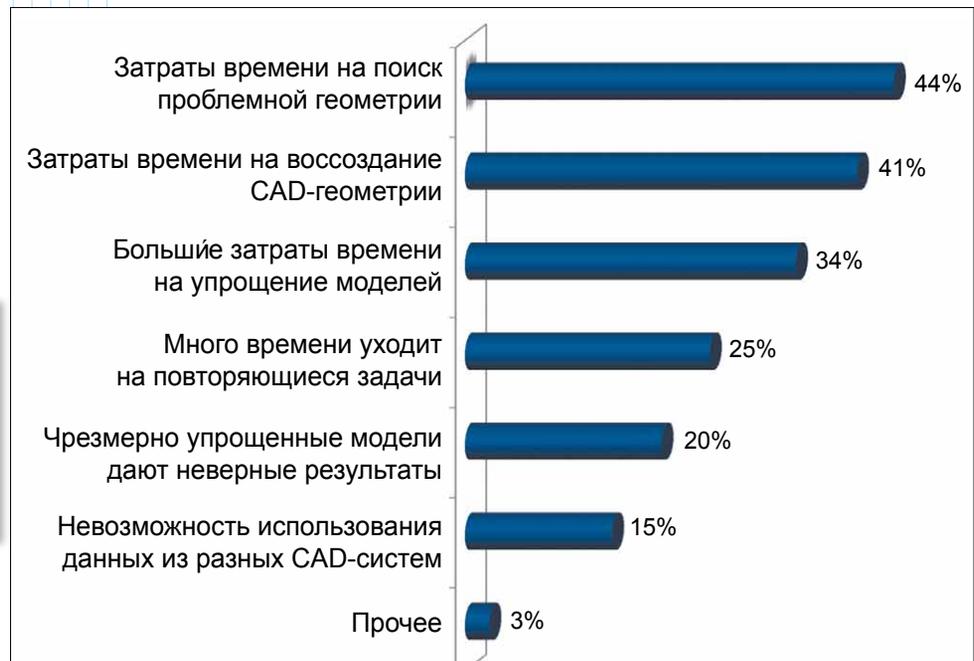


Рис. 4. Основные проблемы при подготовке геометрии

предварительного процессирования, показаны на рис. 5 (респондентов снова попросили указать две основные проблемы).

Несмотря на важность понимания поведения отдельных деталей, понимание взаимодействия этих деталей в сборке дает более точную картину работы изделия как единого целого. Соединения деталей в узле и степени свободы влияют на общие характеристики. Как именно соединены детали – склеены, сварены или прикручены болтами? Каждый контакт должен быть определен, что может оказаться очень затратным по времени.

Определение плотности расчетной сетки является еще одним вызовом при подготовке CAE-модели.

Методы численного моделирования требуют, чтобы модель была разделена на мелкие элементы. Сочетание этих мелких элементов называется сеткой. Если сетка слишком грубая, то результаты становятся менее точными. Если же сетка будет слишком

мелкой, то процесс расчета займет много времени. Степень измельченности сетки является одним из многих допущений, которые делаются в ходе определения расчетных моделей. Среди прочих необходимых для анализа условий – выбор граничных

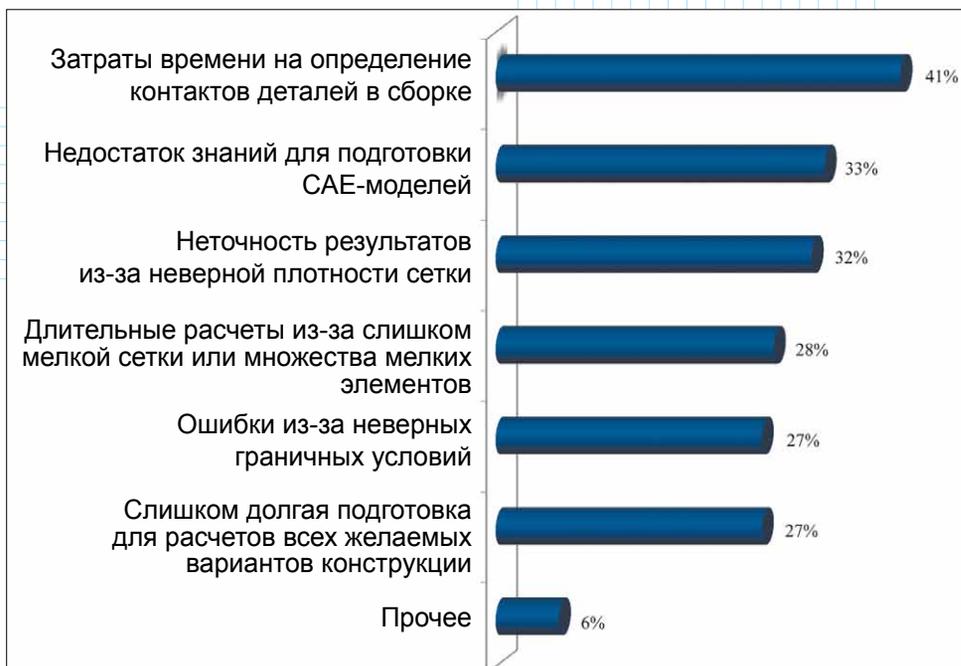


Рис. 5. Основные проблемы при определении CAE-модели



Рис. 6. Лучшие практики на этапе препроцессирования

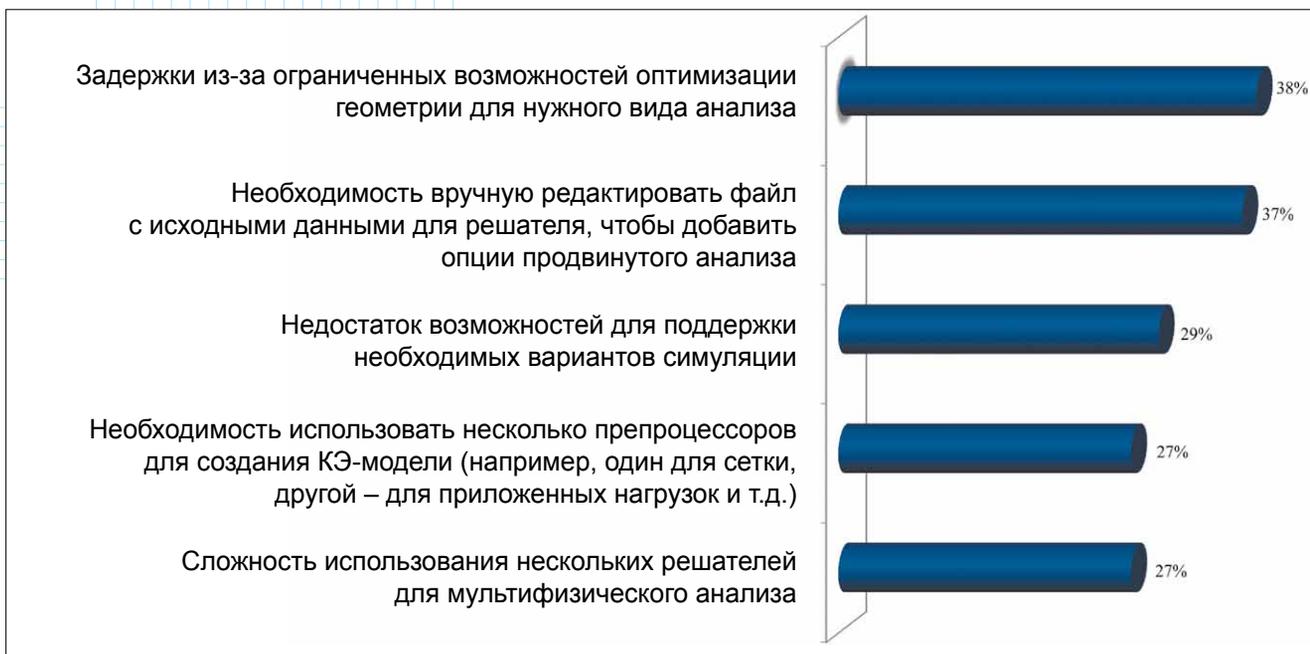


Рис. 7. Основные сложности при подготовке данных для решателя

условий и нагрузок. Способность сделать правильный выбор приходит вместе со знаниями и опытом. Если же выбор сделан неверно, то результаты анализа могут оказаться ошибочными или вводящими в заблуждение.

И, наконец, для поддержки создания инноваций необходимо провести сравнительный анализ разных вариантов конструкции, а предварительное процессирование для каждого тоже занимает много времени.

На рис. 6 показаны некоторые лучшие практики, которые применяют компании из категории *Top Performers*, в отличие от компаний-середняков. Наиболее успешные компании чаще используют преимущества автоматизации, чтобы ускорить выполнение утомительных и повторяющихся задач предварительного процессирования. Они в два раза чаще автоматизируют задачи определения контактов деталей в сборке и в четыре раза чаще – подчистки геометрии; также они в 4.75 раз чаще прибегают к кастомизации для дальнейшей автоматизации подготовительного процесса. Всё это экономит время и уменьшает нагрузку на вовлеченных в препроцессирование сотрудников.

Кроме того, *Top Performers* пользуются преимуществами средств автоматизированного формирования сеток, но еще важнее, что у них остается возможность управления и редактирования на случай, если сетка построена неправильно. Они также на 69% чаще остальных компаний имеют возможность заново построить сетку с новыми параметрами. Это уменьшает затраты времени при оценке множества вариантов конструкции, что упрощает создание инноваций и оптимизацию.

И, наконец, лучшие производители в 4.2 раза используют пошаговые мастер-процессы (*Wizards*),

что обеспечивает точное следование лучшим практикам, помогает избежать некорректных допущений и ведет к правильному определению CAE-модели.

Наиболее успешные компании в два раза чаще автоматизируют задачи определения контактов деталей в сборке и в четыре раза чаще – подготовку геометрии.

Подготовка данных для решателя

После предварительного процессирования модель передается в решатель для выполнения расчетов. Основные проблемы, относящиеся к этому этапу, показаны на рис. 7 (респондентов просили указать три основные проблемы).

В зависимости от требуемого вида анализа могут понадобиться разные решатели. Например, для задачи вычислительной гидродинамики (*CFD*) и задачи расчета механических нагрузок предназначены отдельные солверы. Компании сообщают, что они используют несколько разных решателей (в среднем получается число 3.3). Для каждого решателя может потребоваться своя настройка расчетной модели в зависимости от типа выполняемого анализа. Кроме того, может возникнуть необходимость упрощать модели, основываясь на разных подходах, или подстраивать размер или форму ячеек сетки. Если у инструментов предварительного процессирования не хватает функциональных возможностей, чтобы оптимизировать модель для желаемого вида анализа, то вам придется либо опустить этот анализ, либо использовать множество разных инструментов. Последнее замедляет и усложняет процесс.

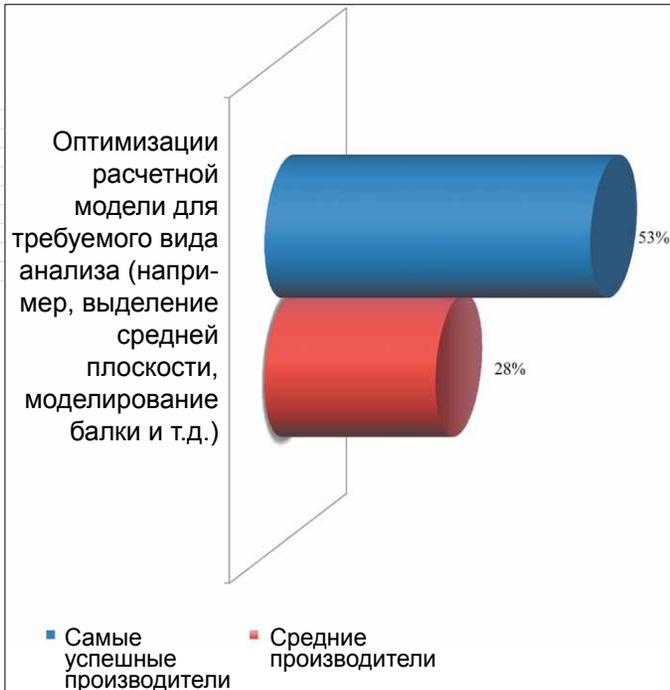


Рис. 8. Лучшие практики на этапе подготовки данных для решателя

Опрошенные компании используют несколько разных решателей (в среднем – 3.3)

Самые успешные производители на 89% чаще других решают эти проблемы с помощью таких инструментов предварительного процессирования, которые обладают гибкостью для оптимизации расчетной модели под желаемый вид анализа (рис. 8).

Самые успешные производители на 89% чаще других решают эти проблемы с помощью таких инструментов препроцессирования, которые обладают гибкостью для оптимизации расчетной модели под желаемый вид анализа.

Рационализация на этапе постпроцессирования

После завершения работы решателя результаты вычислений должны быть подготовлены для анализа. Диаграмма на рис. 9 показывает основные задачи постпроцессирования и процентные доли времени на их решение. Нетрудно



Рис. 9. Распределение времени (%) на разные задачи постпроцессирования

подсчитать, что на этапе постпроцессирования больше половины (54%) времени уходит на подготовку результатов вычислений для их дальнейшего анализа специалистами.

На этапе постпроцессирования больше половины (54%) времени уходит на подготовку результатов вычислений для их анализа специалистами.

Основные вызовы, возникающие на этапе постпроцессирования, показаны на рис. 10 (респондентов просили указать две важнейшие проблемы).

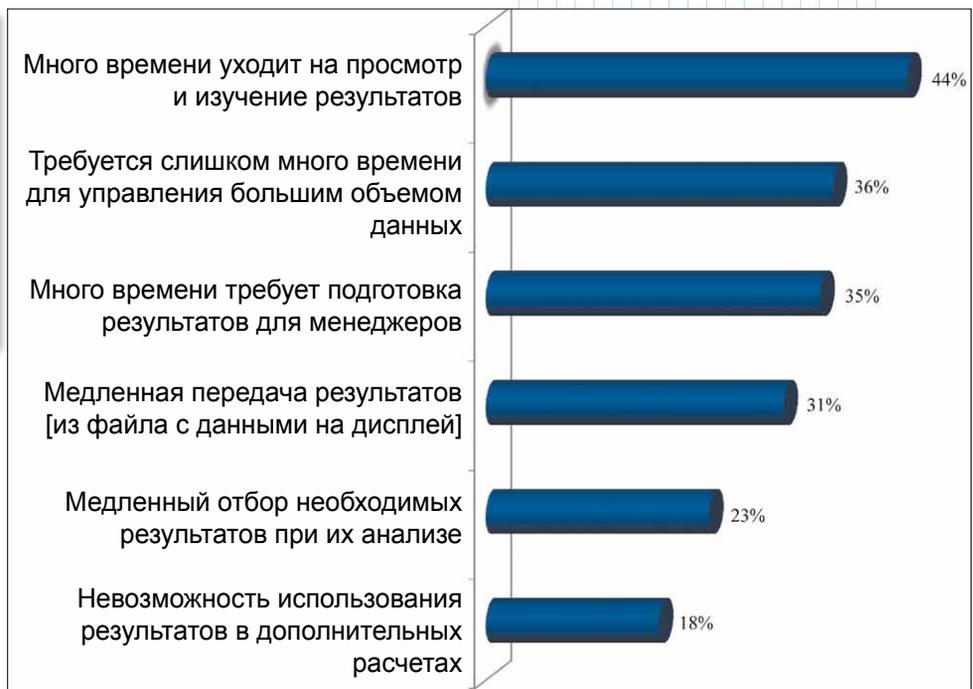


Рис. 10. Основные проблемы на этапе постпроцессирования

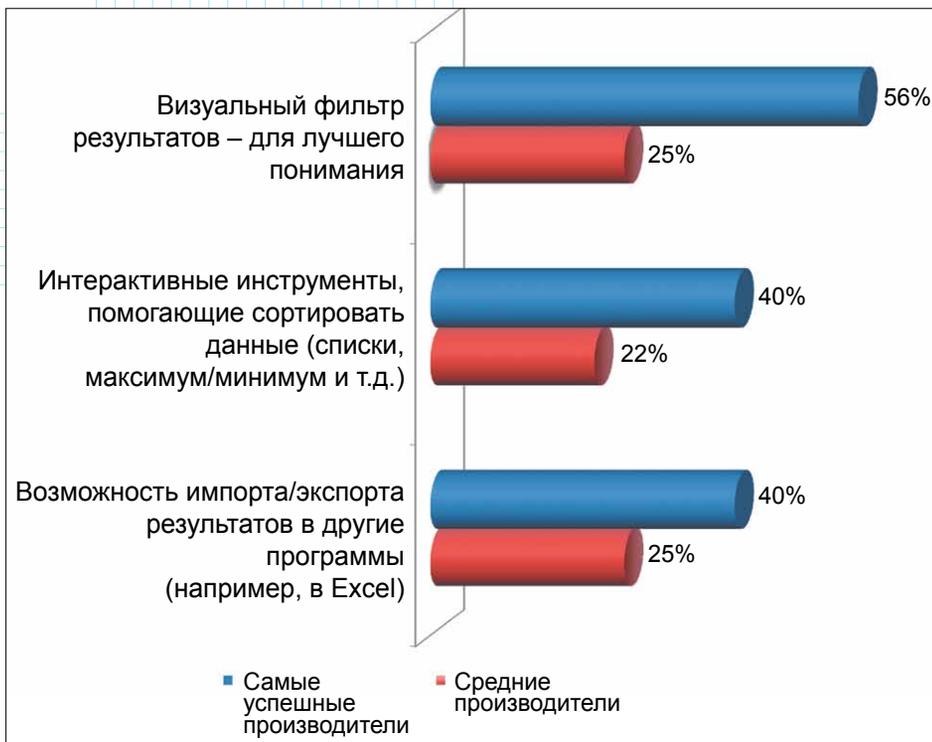


Рис. 11. Лучшие практики постпроцессирования

Как видим, все сложности постпроцессирования связаны с гигантским объемом данных и временем, необходимым для их изучения. Компаниям нужны лучшие способы работы с результатами для обеспечения более эффективного их интерпретирования. Дополнительное время требуется на то, чтобы преобразовать результаты в понятный для менеджеров вид.

служить основой для дополнительных расчетов.

Успешные производители пользуются преимуществами инструментов, помогающих быстро сортировать и просматривать результаты, поэтому они могут легко получить тот срез данных, который необходим для проведения анализа.



Рис. 12. Важные качества средств симуляции

На рис. 11 показано, как справляются с этими проблемами самые успешные производители.

Самые успешные производители пользуются преимуществами инструментов, которые помогают быстро сортировать и просматривать результаты, поэтому они могут легко получить тот срез данных, который необходим для проведения анализа. Они в 2.2 раза чаще, чем конкуренты, применяют визуальные фильтры результатов, что позволяет делать запросы по массиву данных и фокусироваться на важных областях. Специалисты этих компаний на 82% чаще привлекают интерактивные инструменты для сортировки результатов, что помогает управлять большим объемом данных. Кроме того, они могут экспортировать результаты в другие программы (например, в Excel), где эти данные могут

Успешные производители в 2.2 раза чаще, чем конкуренты, применяют визуальные фильтры результатов, что позволяет делать запросы по массиву данных и фокусироваться на важных областях.

Правильные качества инструментов симуляции

Самые успешные производители ценят в инструментах симуляции определенные качества, за счет которых возможна поддержка лучших практик (рис. 12).

Самое важное качество – это точность, потому что анализ бесполезен, если ему нельзя доверять.

Еще из ответов респондентов следует, что подавляющее большинство (84%) компаний использует два и более различных CAD-инструмента; среднее значение – 3.6. Понимая важность поддержки мультисистемности, самые успешные производители на 89% чаще конкурентов ищут возможность обеспечить работу с данными нескольких CAD-систем в единой среде. Это дает им гибкость и позволяет в случае необходимости работать с любыми данными от клиентов и поставщиков. Для самых успешных производителей поддержка мультисистемности даже важнее, чем взаимодействие с какой-то конкретной (родной) CAD-системой.

Подавляющее большинство (84%) компаний использует два и более различных CAD-инструмента; среднее значение – 3.6.

Кроме того, самые успешные производители на 57% чаще других дают высокую оценку возможностям удобно работать с сеткой. Учитывая, что на предварительное процессирование уходит большая часть общего времени симуляции, и что сетка напрямую влияет на точность результата, понятно, почему эта область очень важна при поиске и оценке инструментов симуляции.

Успешные производители на 89% чаще конкурентов ищут возможность обеспечить работу с данными нескольких CAD-систем в единой среде.

При инвестировании в инструменты симуляции очень важно выбрать вендора, который

будет соответствовать всем вашим требованиям. На рис. 13 приведены самые высокоценимые качества вендоров.

И самые успешные производители, и компании-середняки одинаково высоко оценивают одни и те же качества CAE-вендоров. Для всех заказчиков важно работать с вендором, который является настоящим партнером и предоставляет необходимые ресурсы поддержки для обеспечения успешного использования своего программного обеспечения. Больше всего респонденты ценят техническую поддержку вендора, его обучающие ресурсы и наличие отдельного контактного лица, к которому можно обратиться за помощью.

Больше всего респонденты ценят техническую поддержку вендора, обучающие ресурсы и наличие отдельного контактного лица, к которому можно обратиться за помощью.

Наибольшая разница наблюдается в оценках необходимости регулярных обновлений программного обеспечения. Самые успешные производители на 90% чаще остальных высоко ценят то, что вендор активно развивает свой продукт и делает регулярные обновления.

Кроме того, компании ценят стратегию открытости. Учитывая распространенность мультисистемности, они высоко оценивают вендоров, которые открыты для поддержки других CAD-форматов.

Заключение

Чтобы обойти конкурентов, компаниям необходимо разрабатывать экономически эффективные инновационные изделия высокого качества. Для этого надо принимать хорошие конструкторские решения, и поэтому многие компании инвестируют в поддержку процесса проектирования.

Инструменты CAE позволяют инженерам эффективно принимать лучшие решения в отношении затрат и качества. Они помогают экспериментировать с разными вариантами конструкции, что ведет к большей инновационности продукции. Тем не менее, имеется несколько узких мест, в которых процесс симуляции тормозится, что сказывается на общем процессе разработки изделия. Отсюда вытекает необходимость искать такие инструменты, которые повышают эффективность именно в этих областях.

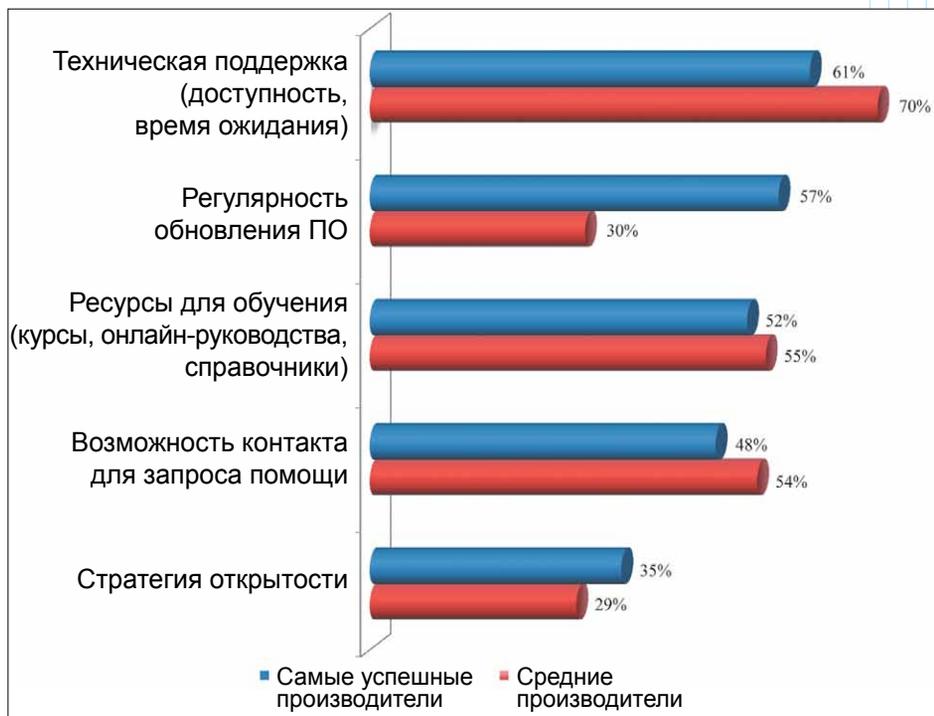


Рис. 13. Предпочтительные качества CAE- вендоров

Успешные производители используют лучшие практики, которые позволяют им обходить конкурентов за счет создания более инновационной, более качественной и более рентабельной продукции.

Самые успешные компании внедрили передовые практики в том, что касается решения основных проблем симуляции. Это позволяет им еще больше повысить отдачу от своих инвестиций в инструменты симуляции. Поэтому они обходят своих конкурентов за счет создания более инновационной, более качественной и рентабельной продукции. Эти практики включают в себя автоматизацию утомительных задач предварительного процессирования, требующих больших затрат времени. Они также привлекают инструменты визуальной фильтрации и сортировки для изучения результатов расчетов и совместного их использования. В итоге эти компании принимают лучшие, наиболее эффективные решения, что помогает им опережать своих конкурентов. Кроме прочего, они ищут инструменты для поддержки работы с данными из разных CAD-систем. Это обеспечивает гибкость, позволяя работать в единой среде с любыми данными, независимо от их происхождения – в том числе, с унаследованными файлами и с данными от поставщиков или клиентов.

Рекомендации

На основании отраслевого опыта и проведенного при подготовке данного отчета исследования, компания *Tech-Clarity* предлагает компаниям, создающим изделия, следующие рекомендации:

- Инвестировать средства в процесс разработки для создания инноваций, повышения качества изделий, снижения затрат, поскольку это является наилучшей возможностью для того, чтобы дифференцировать свою продукцию от продукции конкурентов.

- Использовать программные инструменты симуляции для поддержки стремления повысить конкурентоспособность своих изделий. Симуляция дает глубокое представление о поведении изделия – это необходимо не только для того, чтобы как можно раньше выявить проблемы, но и для понимания влияния компромиссов, что позволяет принимать хорошо обоснованные конструкторские решения.

- Автоматизировать утомительные и трудоемкие задачи предварительного процессирования – в том числе, определение контактов деталей в сборке, выявление проблем с геометрией и общие рабочие процедуры. Препроцессирование является самым узким местом во всем процессе симуляции. Автоматизация этого этапа существенно экономит время, что позволяет максимально быстро получить результат вычислений и проверить больше вариантов конструкции; таким образом, компания получит еще большую отдачу от своих инструментов симуляции.

- Применять специальные инструменты для автоматизации процесса формирования сеток, обеспечивающие быстроту и гибкость. Создание расчетной сетки для 3D-модели является одной из самых трудоемких задач симуляции. Автоматизация позволяет экономить массу времени, а гибкость обеспечивается за счет возможности изменения размеров ячеек сетки по необходимости. Например, в критически

Как проводилось исследование

В ходе настоящего исследования, проведенного с помощью интернета, компания *Tech-Clarity* подготовила и разослала анкету, а затем собрала и проанализировала ответы 160-ти респондентов.

Состав респондентов:

- 46% – рядовые сотрудники;
- 32% – менеджеры и директора;
- 22% – вице-президенты и выше.

Опрос охватывает компании разного размера из разных стран (оборот пересчитан в доллары США):

- 32% – малые компании (оборот менее 100 млн. долларов);
- 20% – средние компании (оборот более 100 млн. долларов);
- 25% – компании с оборотом выше миллиарда.

Остальные 23% респондентов не захотели раскрывать размер своей компании или не знали его.

Большинство опрошенных компаний ведет глобальный бизнес. Больше всего компаний работает в Северной Америке (85%), почти треть – в Западной Европе (32%), в Азиатско-Тихоокеанском регионе – 27%, в Восточной Европе – 10%, в Латинской Америке – 13%, в Африке – 5%.

В исследовании хорошо представлены производственные компании из разных отраслей, включая индустрию промышленного оборудования и машиностроения (30%), аэрокосмическую и оборонную отрасли (20%), автомобилестроение (18%), сферу высоких технологий и электроники (15%), науки о жизни (14%), производство потребительских товаров (9%) и др. Сумма долей превышает 100%, так как некоторые компании указали, что они активны более чем в одной отрасли.

Ответы респондентов, которые прямо не вовлечены в процессы проектирования и/или изготовления изделий, при анализе не учитывались.

Спонсором исследования является компания *Siemens PLM Software*.

важных областях может потребоваться более мелкая сетка, чтобы получить более точный результат, тогда как в менее важных можно использовать более грубую сетку, чтобы сократить продолжительность вычислений.

- При автоматизированном упрощении CAD-модели не забывать о контроле, поскольку чрезмерное упрощение приводит к ненадежным результатам. Процесс подчистки геометрии и удаления ненужных элементов является одним из самых затратных по времени этапов симуляции, поэтому его автоматизация может дать значительную экономию. При этом наличие возможности контроля обеспечивает гибкость, позволяя инженеру сохранять важные мелкие элементы (например, тонкие кромки, где могут образовываться точки концентрации напряжения).

- Уменьшить затраты времени при оценке вариантов конструкции за счет функций автоматизированного перестроения сетки с новыми параметрами. Некоторые CAE-решения при повторном выполнении расчетов с новыми параметрами требуют создавать сетку заново. Без возможности её автоматического перестроения продолжительность процесса непомерно увеличивается.

- Использовать такие инструменты постпроцессирования, которые облегчают работу с полученными в результате расчетов данными. Основные проблемы на этом этапе связаны с громадным объемом производимых решателем данных. Инструменты, которые облегчают работу с ними (например, средства визуальной фильтрации и сортировки), смогут упростить анализ результатов.

- Выбирать инструменты симуляции, которые могут работать с CAD-данными, подготовленными в разных системах. В среднем опрошенные компании используют 3,6 CAD-инструментов, и это означает, что они нуждаются в средствах симуляции, поддерживающих работу с многими CAD-форматами.

- Пользоваться услугами такого вендора ПО, который может предоставить требуемые ресурсы для поддержки. Опрошенные компании отметили, что возможность технической поддержки является одним из самых важных качеств вендора. Если помощь доступна тогда, когда необходима, то время простоев и разочарование клиента могут быть сведены к минимуму, поскольку он может связаться со службой поддержки и решить свои проблемы с её помощью. ☺

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



19-я Международная выставка оборудования для обработки листового металла, труб и производства металлоизделий

25–27 октября 2016 года
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



Более **650** компаний представят оборудование для машиностроительной, металлургической отрасли, военно-промышленного комплекса, авиационно-космической, строительной, нефтегазовой отрасли, энергетики и других отраслей*

- Оборудование для обработки листового металла и труб
- Оборудование для резки и штамповки листового металла
- Линии и оборудование для профилирования листового металла
- Металлорежущие станки, кузнечно-прессовое оборудование и инструмент
- Оборудование для промышленной окраски и лакокрасочные материалы



Получите билет на сайте www.mashex.ru

*Одновременно с Mashex Moscow:



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750 08 28
mashex@ite-exporu