

## SimuLabs4D – новое измерение расчетных технологий

Технологии численного моделирования (Computer Aided Engineering или CAE-технологии) являются важнейшим инструментом при проектировании наукоемких и инновационных изделий. Сегодня перед инженерами стоят не разрозненные технические, а связанные междисциплинарные конструкторские задачи, которые требуют глобальных решений. Решать такие задачи возможно только при полном понимании возможностей и ограничений программных комплексов численного моделирования и расчетных методик, поскольку CAE-комплексы (системы инженерного анализа) в большинстве своем универсальны и пригодны для решения широкого спектра задач. Каждая же задача является по-своему уникальной и требует индивидуального подхода к ее решению, а

также определенных навыков от инженера. Обладая лишь базовыми знаниями о численном моделировании, при выполнении расчетных работ затруднительно использовать CAE-технологии с высокой эффективностью. В материале описаны возможности повышения эффективности внедрения расчетных комплексов на предприятиях на основе существующих исследований и разработок в области применения технологий численного моделирования.

Возможности CAE-комплексов непрерывно растут, также как и потребности инженеров, вместе с ростом производительности вычислительных ресурсов. Инженеры постепенно переходят от однофизических расчетов, решающих узкоспециализированные задачи, к междисциплинарным расчетам, позволяющим проводить мо-



Рис. 1. Единая расчетная среда на базе платформы ANSYS

делирование поведения конкретной детали или узла конструкции с учетом реальных условий эксплуатации.

Но этим возможности CAE-комплексов не ограничиваются. Согласно концепции Simulation Driven Product Development (SDPD – разработка изделий на основе численного моделирования), дальнейшее развитие технологий численного моделирования нацелено на широкое использование CAE-комплексов на всех этапах проектировочных работ.

Как известно, на ранних стадиях проектирования используются различные упрощенные инженерные или аналитические расчетные методики для формирования первичного облика изделия, а также для проведения первичной оптимизации. На этих этапах применение полнофункциональных CAE-комплексов может быть избыточно и нецелесообразно. Таким образом, в рамках концепции SDPD можно говорить, что CAE-комплексы эволюционируют в так называемую Единую расчетную среду (ЕРС).

ЕРС позволяет объединить все расчетные методики, алгоритмы и программное обеспечение, а также реализовать единый сквозной расчетный процесс, соответствующий всем этапам проектирования – от концептуальной проработки изделия до оценки эксплуатационных характеристик прототипа (рис. 1).

## Эффективное внедрение и применение технологий численного моделирования

Программный комплекс для численного моделирования – это сложный и дорогостоящий рабочий инструмент современного инженера. Перед его внедрением руководителей организаций волнует ряд вопросов, таких как: за какие сроки будет получен экономический эффект от вложенных средств, будут ли инженеры максимально эффективно использовать данные комплексы и многие другие.

На начальном этапе применения CAE-технологий для решения узкоспециализированных задач инженеры часто сталкиваются с определенными нюансами, характерными только для этих задач.

Самостоятельное изучение CAE-комплекса по руководству пользователя или стандартной документации, как правило, не является самым эффективным способом освоения программного продукта. Универсальный методический материал позволяет изучить технологии численного моделирования без глубокого погружения в физику моделируемого процесса или явления.

Каждый продукт уникален, как и задачи и подходы к их решению. Специалистам приходится накапливать определенный опыт по требованиям к постановке задачи, математическим моделям, интерпретации полученных результатов и т.п. Наличие данного опыта фактически формирует корпоративное руководство по применению численного моделирования для решения узкоспециализированных задач предприятия, которое представляет собой вид интеллектуальной собственности. В зависи-

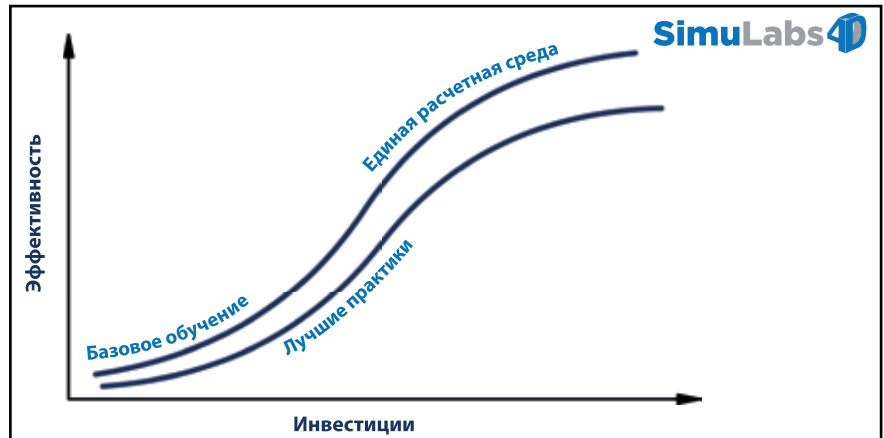


Рис. 2. Эффективность инвестиций, вложенных в CAE-технологии на предприятии

мости от задач данный опыт можно накапливать месяцами, что не всегда допустимо, особенно в случаях, когда требуется получить быстрый возврат инвестиций (Return of Investments, ROI), вложенных в CAE-комплексы.

В Центре исследований и разработок компании КАДФЕМ SimuLabs4D сосредоточены высококвалифицированные инженеры, специализирующиеся на повышении эффективности внедрения и применения CAE-комплексов на предприятии для решения узкоспециализированных отраслевых задач.

Богатый опыт решения широкого спектра задач получен благодаря многолетнему сотрудничеству компании КАДФЕМ с более чем 500 российскими и зарубежными компаниями из различных секторов промышленности. Инженеры компании КАДФЕМ постоянно следят за развитием CAE-технологий и принимают участие в различных отраслевых конференциях по применению численного моделирования в промышленности.

По мнению экспертов компании, для ускорения внедрения и возврата инвестиций, вложенных в CAE-комплексы, а также для повышения эффективности их применения, предприятию, в зависимости от уровня его зрелости и поставленных задач, требуется пройти определенные этапы развития (рис. 2):

- ▶ Базовое обучение специалистов по типовым методическим материалам CAE-комплексов.
- ▶ Расширенное обучение специалистов и проведение семинаров по индивидуальному методическому материалу на базе лучших мировых практик (Best Practice Guides, BPG), а также на основе собственных исследований и разработок компании КАДФЕМ в области применения CAE-комплексов для решения узкоспециализированных отраслевых задач.
- ▶ Адаптация и автоматизация CAE-комплексов для решения узкоспециализированных отраслевых задач и регламентация работы расчетных подразделений предприятия и организация сквозных расчетных процессов в Единой расчетной среде.

Базовое обучение, основанное на локализованных типовых методических материалах от разработчика CAE-комплекса, позволяет специалистам за кратчайшее время познакомиться с принципами и возможностями численного моделирования, а также с функционалом данного комплекса.



Рис. 3. Услуги компании КАДФЕМ

В основе расширенного обучения и специализированных семинаров лежат исследования Центра SimuLabs4D и мировые практики в области разработки и верификации уникальных методик и эффективных подходов к применению численного моделирования (BPG) для конкретных расчетных комплексов и конструкторских задач.

Для специалистов Центра разработка и компиляция методического материала, образующего базис корпоративного руководства для расчетчика, занимает значительно меньше времени по сравнению с самостоятельной работой специалистов предприятия по принципу “проб и ошибок”. Таким образом, значительно ускоряется этап внедрения и возврат вложенных в CAE-комплекс инвестиций.

Дальнейшее повышение эффективности работы инженеров возможно за счет адаптации CAE-комплексов под задачи предприятия и корпоративные регламенты, а также благодаря их автоматизации.

Отдельные CAE-комплексы, в частности ANSYS, обладают мощными инструментами программирования и работы по сценарию. Таким образом, универсальный CAE-комплекс можно полностью адаптировать для решения определенной задачи по определенному регламенту (например, по программе испытаний), исключив из рабочего процесса инженера работы по пре- и постпроцессингу, обработке и передаче результатов расчета другим подразделениям.

### Единая расчетная среда

Как известно, весь цикл конструкторских работ над изделием сведен в единой системе жизненного цикла изделия PLM/PDM, обеспечивающей эффективную работу конструкторских и технологических подразделений предприятий. Согласно концепции SDPD, применение CAE-технологий является неотъемлемой частью этих конструкторских работ, что и наблюдается на большинстве предприятий, проектирующих наукоемкие изделия.

Очевидно, что дальнейшим развитием концепции SDPD является организация Единой расчетной среды. Идея EPC заключается в объединении упрощенных аналитических расчетных методик (то, что принято называть 1D), используемых на ранних этапах проектирования компонентов изделия, с комплексами численного моделирования (то, что принято называть 3D), которые применяются при выполнении проверочных расчетов. Такое объединение призвано повысить эффективность и расширить функционал расчетных методов.

EPC обеспечивает стандартизацию и регламентацию процессов всех расчетных подразделений предприятия, работающих над различными задачами одного компонента или различными компонентами одного изделия. Такой подход упрощает процесс проведения традиционных многодисциплинарных расчетов. Интер-

претация результатов расчетов отдельных компонентов изделия как набор математических моделей позволяет в рамках ЕРС проводить моделирование работы изделия на уровне систем (то, что также принято называть 1D) и исследовать его эксплуатационные характеристики.

Таким образом, ЕРС расширяет границы возможностей как 1D расчетных инструментов, так и 3D расчетных инструментов.

Отметим, что на сегодняшний день данная методология организации расчетного процесса является самым совершенным вариантом развития концепции связанных многодисциплинарных расчетов.

В зависимости от профиля предприятия ЕРС может иметь многоуровневую структуру или ограничиваться либо только объединением расчетных кодов и организацией сквозных расчетных процессов, либо только моделированием эксплуатации многокомпонентного изделия как системы, состоящей из набора аналитических математических моделей компонентов.

Основными направлениями деятельности Центра исследований и разработок компании КАДФЕМ SimuLabs4D являются (рис. 3):

▶ Проработка отраслевых расчетных задач клиентов компании КАДФЕМ и разработка концепции по эффективному внедрению и применению технологий численного моделирования на предприятии с последующей ее реализацией в виде обучающих и консультационных мероприятий (в том числе каса-

ющиеся IT-инфраструктуры), разработки руководств для расчетчиков.

▶ Автоматизация расчетных процессов и разработка узкоспециализированных отраслевых расчетных приложений на базе САЕ-комплексов.

▶ Организация сквозных расчетных процессов различных этапов проектирования, стандартизация и регламентация работ расчетных подразделений, интеграция расчетных инструментов в Единой расчетной среде.

Центр исследований и разработок SimuLabs4D является пионером и ведущей организацией в России и Европе по разработке уникальных клиентоориентированных ВРГ и автоматизированных сквозных расчетных процессов. Клиентами SimuLabs4D являются российские и европейские компании из авиастроительной и двигателестроительной отраслей, нефтегазового сектора и энергетики. Реализованные Центром решения регулярно демонстрируются на тематических международных конференциях и получают положительные отзывы от экспертного сообщества.

**А. Л. Павлович, директор по консалтинговым проектам,**  
**Н. Н. Староверов, к.т.н., технический директор**  
**Центра исследований и разработок SimuLabs4D,**  
**Д. П. Хитрых, к.т.н., директор Центра исследований**  
**и разработок SimuLabs4D,**  
**компания ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс"**

**CADFEM®**

**SimuLabs4D**  
A NEW DIMENSION IN SIMULATION

**ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ САЕ-ТЕХНОЛОГИЙ**

- Отраслевые расчетные методики.
- Интеграция корпоративных расчетных кодов в единую расчетную среду.
- Организация эффективной IT-инфраструктуры для высокопроизводительных вычислений.
- Инженерный консалтинг.

**SimuLabs4D — Центр исследований и разработок компании КАДФЕМ**

ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс»  
+7 (495) 644-06-08  
111672, г. Москва, ул. Суздальская, д. 46, офис 203

www.cadferm-cis.ru  
www.simulabs.ru