

*Перельмутер А.В. (SCAD Soft, Москва-Киев),
Сливкер В.И. (Гипростроймост, Санкт-Петербург)*

**Повышение качества расчетных
обоснований проектов.
Кто же, в конце концов, отвечает?**



Опыт проектной работы последних десятилетий показывает, что развитие средств автоматизации инженерных расчетов оказывает самое серьезное (увы, как положительное, так и отрицательное) воздействие на качество расчетных обоснований проектных решений.

Тот уровень детальности и точности расчета, который сегодня доступен проектировщикам в массовом порядке, вчера еще был недостижим даже для наиболее квалифицированных организаций и специалистов.

Массовая доступность современных мощных расчетных вычислительных комплексов создает целый ряд новых проблем, о некоторых из них идет речь в настоящем докладе.



В известном письме Главгосэкспертизы России №24-10-3/1281 от 28.06.04 для повышения качества расчетных обоснований проектных решений современных сложных объектов строительства рекомендуется *«...осуществлять расчеты не менее чем по двум сертифицированным, независимо разработанным и проверенным в практике программным комплексам, проводить сопоставительный анализ полученных результатов».*

Сформулировав проблему, Главгосэкспертиза безусловно сделала важное дело, однако во многом поднятые вопросы остались без надлежащих ответов, т.е. и здесь «хотели, как лучше, а получилось, как всегда».



Что такое «независимо разработанные» программные комплексы.

Подавляющее большинство программных систем основаны на одних и тех же предпосылках (например, на методах конечно-элементного анализа). В идейном плане «независимая разработка» представляет собой мираж (не путать с программой МИРАЖ).

Тогда смысл требования «независимости» есть попытка избежать ошибок, которые могут быть присущи однотипным расчетным моделям.

Но тогда не меньшую (а, скорее, заметно большую) доказательную силу имело бы сопоставление результатов расчета по разным расчетным моделям, независимо от того, реализованы ли они в различных программных комплексах или в одном.



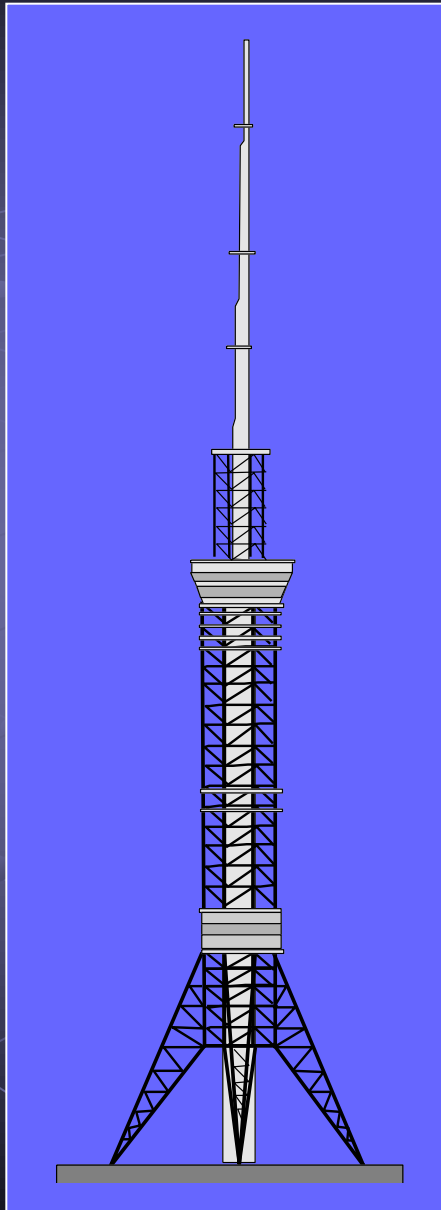
Использование разных расчетных схем.

При проектировании современных ответственных объектов все чаще используются весьма сложные и **чрезмерно детализированные** расчетные схемы.



Имея дело с задачами большой размерности, расчетчик вряд ли сумеет в одной расчетной модели отразить все ее особенности так, чтобы **не просто получить некоторый набор результатов, а сделать это доступным для понимания и качественного анализа.**

Наиболее полное и многостороннее представление, естественно, может быть получено в том случае, когда конструкция представлена целой **серией моделей**, каждая из которых посвящена другой характерной черте сооружения.



Пример:

Телевизионная башня, рассчитывалась:

- как консольный стержень переменной жесткости — для оценки ее динамических характеристик,
- как пространственная ферма с неразрезными поясами — для определения невыгодных комбинаций усилий и их расчетных значений усилий в стержнях,
- как оболочечная система (фрагментарно) — для определения напряженно-деформированного состояния узловых соединений,
- совместно с грунтовым основанием — для определения длительных осадок и кренов



Повышение качества расчетных обоснований проектов

При использовании разных моделей парируются возможные ошибки, поскольку необходимость в объяснениях расхождения результатов расчета довольно быстро локализует причины таких расхождений.

Но отсюда также следует вывод **о бесполезности (а возможно и вредности) использования конверторов исходных данных** из одной программы в другую, если обе программы оперируют с одной и той же расчетной моделью (и с одними и теми же возможными ошибками).

Можно говорить о возможном вреде формального использования рекомендации о выполнении расчета по двум программам, поскольку при одной и той же расчетной модели, **порождается опасная иллюзия** двойного контроля и, якобы, двойной надежности результатов инженерных расчетов.



Как проводится сопоставительный анализ

В письме Главгосэкспертизы отмечается, что результаты расчета *«могут значительно отличаться для сложных объектов при использовании различных ВК и при использовании различных расчетных моделей»*.

Целиком соглашаясь со вторым утверждением, хотим возразить по поводу первого. Существенное различие результатов для одной и той же расчетной модели при ее проверке разными программными кодами говорит лишь о наличии ошибок в одном из них, и поскольку предполагается использование сертифицированных и апробированных программ, то здесь имеется явное противоречие.



Проблема

Следует иметь некоторую меру, с использованием которой принимается решение об удовлетворительном (не удовлетворительном) результате сопоставления поскольку в инженерно-технических расчетах полного совпадения результатов не бывает.

Общепринятая норма схожести в виде пятипроцентного расхождения должна быть конкретизирована и необходимо уточнить **к каким результатам (перемещения, усилия и т.п.) и к каким значениям (экстремальные, средние или другие)** она должна относиться.

Эта проблема во многом была бы смягчена, если бы сопоставление вел только проектировщик. Однако, переданные экспертизе, такого рода сопоставления станут предметом **многочисленных и чаще всего беспредметных дискуссий.**



Нормативные требования и сертификация

В настоящее время сертификат служит для подтверждения соответствия требованиям действующих норм. Однако ядро расчетного программного комплекса ориентировано на определение параметров напряженно-деформированного состояния, **а эта функция принципиально не нормируема.**

Процедура верификации программных систем не регламентирована никакими общими требованиями и остается прерогативой разработчиков, хотя необходимость такого рода регламентации осознана давно и даже имеются удачные попытки ее практической реализации в системе Госатомэнергонадзора.



О возможном нормировании правил определения НДС

Требования и рекомендации по выбору расчетных моделей обычно обосновываются специальными исследованиями, результаты этих исследований закрепляются традицией и практикой проектирования, но достаточно редко отражаются в нормах проектирования.

Требования норм, как правило, связаны с определенной расчетной моделью, но ее описание в нормативном документе обычно не приводится и создается ложное впечатление универсальности нормативного требования. Иногда создается парадоксальная ситуация — уточнение расчетной модели приводит к менее экономичным решениям, чем те, которые основаны на грубой модели нормативного документа.



Повышение качества расчетных обоснований проектов

Должны быть установлены некоторые правила обоснования расчетных моделей. Первый шаг в этом направлении сделан разработчиками Еврокода, в который включено специальное приложение с указанием правил обоснования значений тех или иных параметров, входящих в расчетные зависимости норм.

Кроме того в различных частях Еврокода даются рекомендации относительно применения линейного или нелинейного расчета, в зависимости от соотношения некоторых параметров конструкции.



О нелинейных расчетах

Учесть эффекты геометрической и физической нелинейности для большинства используемых расчетных схем современных зданий и сооружений в принципе не очень сложно.

Сложности начинаются после выполнения нелинейных расчетов. Если не выполняется принцип суперпозиции, то неизвестно что нужно делать с результатами нелинейных расчетов, выполненных для различных случаев нагружения системы. Выделить одно определяющее нагружение из множества возможных в большинстве случаев не удастся, а **систем, работающих только на один вариант нагружения, практически не бывает.**

Мы уже не говорим здесь о практически невозможном решении динамических задач.



Ответственность за результаты.

Ответственность за используемые результаты компьютерных программ, лежит на пользователе.

Даже на абсолютно безошибочную программу нельзя возложить ответственность за достоверность задаваемой информации, и, тем более, за принимаемые расчетные предпосылки.

Программой разработкой может воспользоваться абсолютно неподготовленный человек. Но программная система в некотором смысле **является источником повышенной опасности.**

Не дают возможность взяться за руль автомобиля (тоже источник повышенной опасности) любому человеку.

Возможно, что и использования программы необходима проверка знаний потенциального пользователя и выдачу ему специальной лицензии.



Повышение качества расчетных обоснований проектов

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ

www.scadsoft.com