

Эксплуатация комплекса SCAD for Windows началась в марте 1997 г. с выпуска первой промышленной версии 7.15. За прошедший год было выпущено 4 версии программы 7.17, 7.19, 7.21 и 7.23. Каждая новая версия включала новые средства подготовки и контроля исходных данных, расчетные модули, расширенные возможности анализа и документирования результатов расчета. За достаточно короткий период в комплекс добавлено более 100 новых функций и операций. Существенную роль в его совершенствовании сыграла постоянная связь с пользователями. По предложениям В. Куликова («Мосинжпроект»), Т. Прохоровой (Московский «Промстройпроект»), Л. Кацнельсона (ЦНИИСК), Е. Шумаковой («Моспроект-2»), К. Козина (Московский ГСПИ) и других в программу внесены существенные изменения, которые позволили приблизить комплекс к потребностям пользователей.

ПРОГРАММЫ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ SCAD

Проектно-вычислительный комплекс StructureCAD for Windows реализован как интегрированная система численного анализа конструкций различного назначения со встроенными и автономными проектирующими программными модулями. Система выполняет анализ напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов. Для строительных конструкций на основе результатов расчетов выполняются дополнительные функции проектирования, включая подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций, расчет и проектирование узлов металлоконструкций и др.

Функционально полная библиотека конечных элементов включает стержневые, пластинчатые, объемные и специальные элементы различного назначения, позволяющие моделировать широкий класс конструкций в строительстве и машиностроении.

При разработке общей концепции комплекса был учтен многолетний опыт разработки и эксплуатации аналогичных систем (ППП АПЖБК, «Ли́ра ЕС», «Ли́ра СМ», «Ли́ра ПК», «Мираж», 5CAO тог 005, «Парадокс», «Парсек»), в разработке которых авторы принимали участие, а также зарубежный опыт и, конечно, многочисленные пожелания и рекомендации пользователей.

Проведенные предпроектные исследования и многочисленные консультации с пользователями аналогичных программных продуктов показали, что решающее влияние на качество расчета оказывают функции системы, позволяющие не только сформировать адекватную реальной конструкции модель, но и выполнить всесторонний анализ всех параметров модели (расчетной схемы) как на этапе ее создания, так и в процессе анализа результатов расчета. Именно этим функциям и было уделено основное внимание при разработке комплекса.

Реализованные в комплексе функции синтеза расчетной схемы позволяют выполнить все операции по заданию геометрии схемы, условий опирания и примыкания элементов, жесткостных характеристик и нагрузок в рамках интерактивной графической среды. Независимо от вида выполняемой операции соблюдаются единые правила взаимодействия пользователя с системой, что обеспечивает высокую производительность и минимальное время обучения.

На уровне входного языка SCAD for Windows обеспечивает *совместимость* с 005 — версией комплекса, что также позволяет импортировать данные, подготовленные для других программ, имеющих аналогичный входной язык. Важным является и то, что при импорте не обязательно нали-

чие всех документов, описывающих расчетную схему. Достаточно документа с описанием координат узлов. Геометрию расчетной схемы можно импортировать из DXF — файла системы AutoCAD. Кроме импорта предусмотрена возможность экспортирования данных из внутренних форматов SCAD в форматы входного языка. Однако полной обратной совместимости на этом уровне с другими программами обеспечено быть не может, так как возможности входного языка SCAD расширены.

Развитая система *отображения* текущего состояния проекта обеспечивает получение полной информации о расчетной схеме как на экране, так и в виде твердых копий. Управление отображением выполняется с помощью системы фильтров, которые не только позволяют выделить и показать заданные характеристики схемы, но и установить правила их отображения в зависимости от настройки фильтров.

Еще одной особенностью комплекса является возможность объединения узлов и элементов в так называемые «*группы*». Группы создаются пользователем по определенным признакам общности попавших в них узлов и элементов и могут использоваться на всех этапах работы с расчетной схемой. Возможность локализовать выполнение любых операций в рамках одной или нескольких групп позволяет избежать ошибок, часто возникающих при работе с большими расчетными схемами. Группы также используются для выборочного экспорта данных в различные проектирующие и документирующие модули комплекса, для сохранения типовых наборов нагрузок и во многих других случаях.

Особое внимание в комплексе уделяется функциям *анализа результатов*. Результаты расчета могут быть получены как в графическом, так и табличном виде. Средства графического отображения ре-

зультатов позволяют представить их в виде эпюр, изополей и изолиний, «оживить» процесс деформирования и сформировать видеоклип. Управляемые цветовые шкалы дают возможность менять палитру и отдельные цвета, регулировать диапазон представления анализируемых факторов и выделять их опасные значения. Результаты расчета и исходные данные, представленные в табличной форме, могут включать иллюстрации, а таблицы с результатами — экспортироваться в MS EXCEL.

Все это вместе создает удобную среду для пользователей и делает комплекс конкурентоспособным на рынке программных средств аналогичного назначения.

Комплекс развивается по нескольким направлениям. Одно из них — это ввод новых параметрических прототипов конструкций. Сейчас это — рамы, фермы, плиты, поверхности вращения, аналитически задаваемые оболочки и др. В перспективе намечено включение решетчатых конструкций башенного типа, структурных плит, конструктивных связей. Будут развиваться библиотеки прототипов уже реализованных видов конструкций. Например, в ближайшие версии комплекса намечено включить новые прототипы рам одноэтажных производственных зданий.

Ведется разработка более производительной версии расчетного модуля комплекса, совершенствуется и пополняется библиотека конечных элементов, готовится к включению в комплекс модуль расчета геометрически нелинейных задач, реализованный в версии 005.

Продолжают совершенствоваться средства отображения и контроля. В связи с увеличением размерности решаемых задач повысились требования к скорости отображения расчетной схемы. В версии 7.23 по сравнению с предыдущими значительно увеличена скорость отрисовки схе-

мы на экране. В ближайшей перспективе — вывод результатов в форматах DXF-файла. Разработан и проходит отладку модуль расчета жесткостных характеристик составных сечений из элементов металлопроката, пополняется библиотека модулей армирования, идет отладка новой подсистемы проектирования монолитных ребристых перекрытий.

В настоящее время разрабатывается концепция создания на базе SCAD серии специализированных вычислительных комплексов, каждый из которых предназначен для расчета определенного

класса конструкций. Это позволит упростить подготовку исходных данных, упростить систему и, как следствие, снизить стоимость таких комплексов по отношению к базовому варианту.

В.КАРПИЛОВСКИЙ,
кандидат технических наук
Э. КРИКСУНОВ,
кандидат технических наук
М. ПЕРЕЛЬМУТЕР,
кандидат физико-математических наук,
главные специалисты НПП «Топаз-Информ»