

# Опыт применения программного комплекса SCAD Office

ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ  
ЗДАНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ В УСЛОВИЯХ  
УСЛОЖНЕННОГО РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

**П**рактика современного проектирования показала, что расчеты монолитных конструкций, сложных по конфигурации и форме, практически всегда связаны с проблемой их корректного моделирования при создании расчетной схемы для использования в универсальных расчетных программах. В частности, это касается моделирования конструкций, возводимых в условиях усложненного рельефа местности. Большая изменчивость и, как следствие, неопреде-

Интегрированная система SCAD Office представляет собой набор программ, предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования различного вида строительных конструкций. Система нашла широкое применение в проектной практике, постоянно развивается, растут ее вычислительные возможности, пополняется набор входящих в нее программ



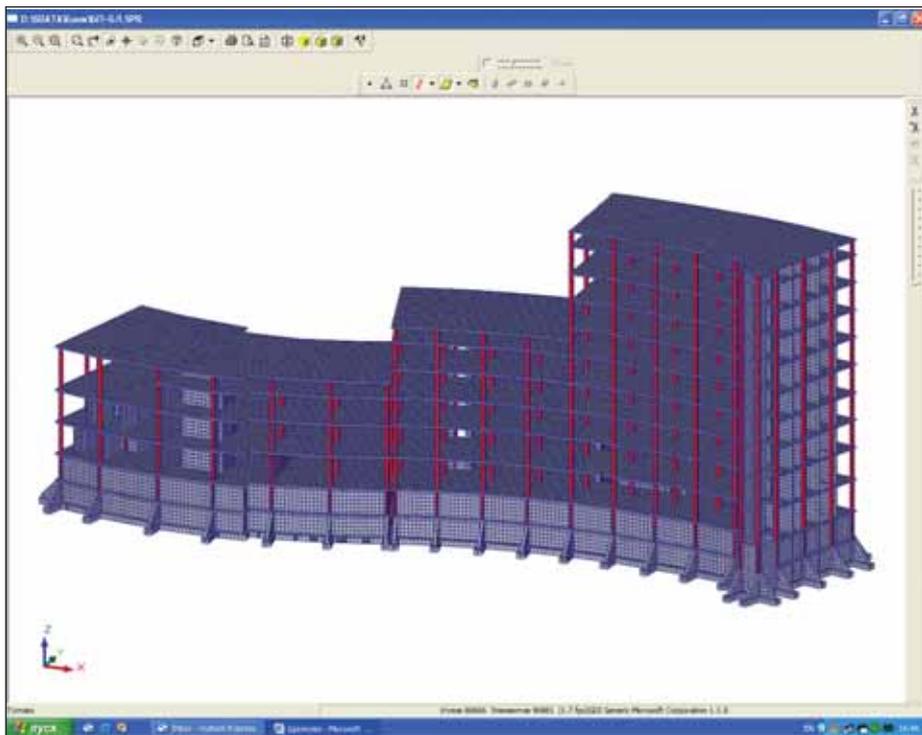


Рис. 1. Расчетная модель бизнес-центра в городе Щелково Московской области

ленность параметров жесткости естественных оснований приводит к многовариантности задания исходных данных для расчета.

В комплексе SCAD для учета изменчивости параметров расчетной модели реализован специальный режим **"Вариация моделей"**, который предусматривает возможность обработки результатов расчета нескольких близких вариантов расчетной схемы. Близость вариантов здесь следует понимать в том смысле, что они являются топологически подобными, содержат одинаковое количество узлов и элементов и допускают лишь вполне определенные различия между сопоставляемыми расчетными моделями. Например, возможно использовать разные типы конечных элементов, изменять жесткостные параметры, условия примыкания, коэффициенты постели основания и т.д.

Практическое применение режима вариации моделей мы рассмотрим на реальном примере: при проектировании бизнес-центра в подмосковном городе Щелково требовалось определить влияние карстового провала под фундаментной плитой на результаты прочностного расчета здания.

Здание бизнес-центра (рис. 1) находится на берегу реки и имеет три разноэтажные надземные части (3, 5 и 9 этажей).

Левая (трехэтажная) часть здания предназначена для размещения офисных помещений с демонстрационным залом на первом этаже и конференц-за-

лом на третьем. В правом крыле размещаются торговые и офисные помещения (соответственно на 1-2 и 3-9 этажах). Подземная часть включает в себя подвал и технический этаж. Левая и правая части разделены деформационным швом, что позволило выполнить их расчет путем создания отдельных расчетных схем. Далее речь пойдет о более высокой правой части сооружения.

В расчетную схему этой части (рис. 2) были включены следующие несущие конструктивные элементы:

- монолитная железобетонная фундаментная плита с перекрестными лентами и системой контрфорсов по высоте технического этажа;
- монолитные железобетонные стены подземной части;
- монолитные железобетонные диафрагмы жесткости;
- монолитные железобетонные перекрытия (балочные в уровне 1-3 этажей и безбалочные выше);
- монолитные железобетонные колонны с шагом от 4 до 6,7 м.

Наружные стены, представляющие собой пенобетонные блоки с утеплителем и облицовкой, включались в виде распределенной нагрузки по контуру плит перекрытия в зоне опирания.

По результатам инженерно-геологических изысканий район расположения бизнес-центра признан потенциально карстоопасным. Необходимость учитывать возможность карстового провала под фундаментной плитой, причем без возможности заранее определить конкретную точку этого провала, ведет к выполнению расчетов в условиях неопределенности параметров расчетной модели. Задача заключалась в том, чтобы, исходя из возможного размера карстовой воронки, рассмотреть различные варианты ее возникновения. С точки зрения упругости основания моделирование такой воронки характеризуется заданием нулевой жесткости грунта под ней.

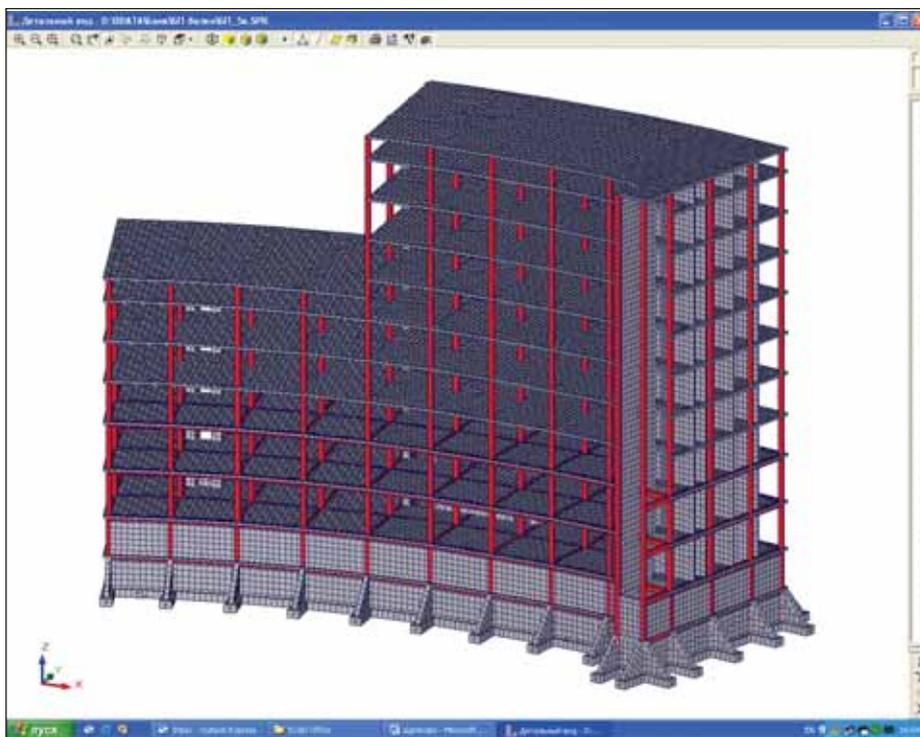


Рис. 2. Расчетная модель правого крыла бизнес-центра

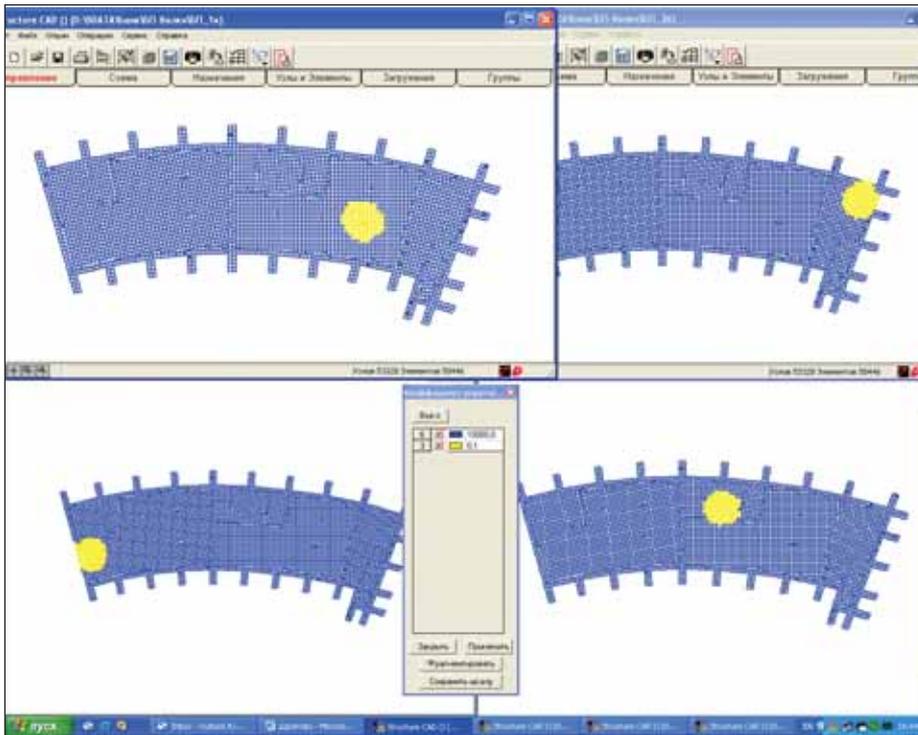


Рис. 3. Различные варианты моделирования условий грунтового основания

## НОВОСТЬ

**В программе Project Studio<sup>CS</sup> СКК расширена база данных по производителям оборудования**

Компания CSoft Development (прежнее название – Consistent Software Development) объявила об обновлении баз данных по производителям оборудования для программы Project Studio<sup>CS</sup> СКК.

Помимо ранее доступных баз данных, в программе представлены базы данных компаний Daetwyler и TNT, официальным эксклюзивным дистрибьютором которых является ООО "КОЛАН".

Рассказывает Максим Бадаев, продакт-менеджер компании Consistent Software Distribution: "Мы стремимся сотрудничать со всеми компаниями, участвующими в процессе создания кабельных систем. Наше взаимодействие с ООО "КОЛАН" обеспечивает клиентам этих компаний максимальное удобство использования Project Studio<sup>CS</sup> СКК при проектировании СКК: пользователь ясно представляет себе элементную базу производителя, а также может в любой момент уточнить доступность каждой позиции оборудования".

База данных компании Daetwyler содержит такие компоненты кабельной системы, как кабели Uninet, Optofil и Optomod, коммутационные панели, телекоммуникационные розетки, а база данных компании TNT – кабели, коммутационные панели, модули телекоммуникационных розеток.

Для всех коммутационных панелей доступны условные графические обозначения, используемые при формировании схемы компоновки распределительных пунктов.

Первый расчет проводился для конструкции на естественном основании без карстовой воронки. При этом были выявлены наиболее проблемные места в уровне фундаментной плиты: максимально нагруженные колонны, зоны с наибольшими перемещениями и напряжениями в плите и т.д. Затем было создано еще семь моделей с образовавшимся провалом радиусом три метра (рис. 3). Модели различались вариантами расположения карста: под наиболее нагруженными колоннами, в местах пересечения диафрагм, в углах и по сторонам сооружения – как это рекомендует СП 50-101-2004 (п. 6.11.13).

Далее, разумеется, требовалось провести совместный расчет и получить обобщенные результаты. Для выполнения расчета по нескольким моделям был создан новый проект в режиме "Вариация моделей", включающий список файлов задач, которые входят в пакет (рис. 4).

Таким образом, результаты расчета по различным вариантам расчетной модели объединились в единый массив, что позволило выполнить режимы определения расчетных сочетаний усилий (PCY), создать комбинации нагрузжений, подобрать армирование в элементах железобетонных конструкций. При этом требовалось указать логическую взаимосвязь между вариантами нагружений, заданных в каждой отдельной задаче, учесть взаимоисключение.

Проведенный анализ позволил сравнить результаты расчета, выполненные

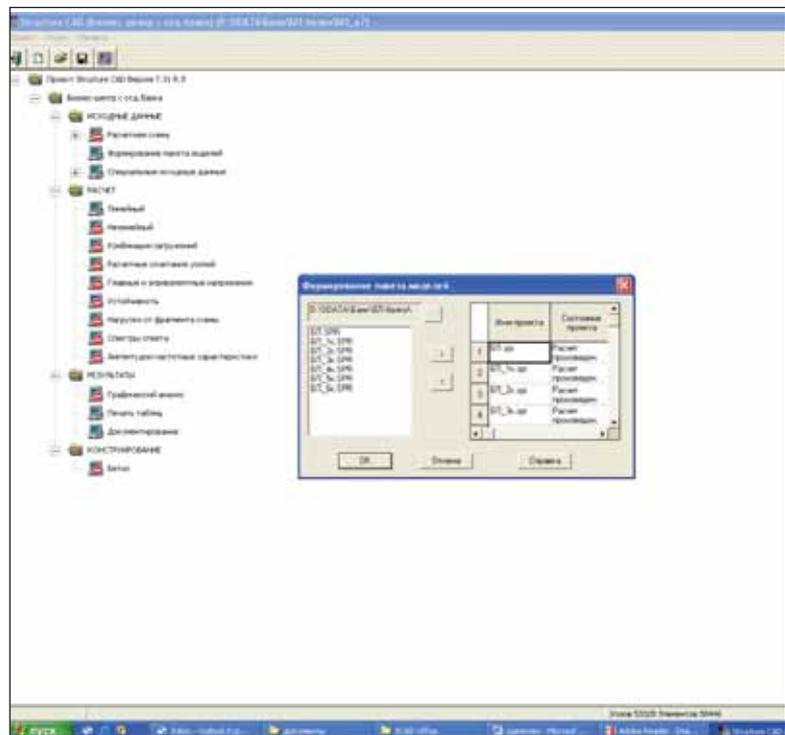


Рис. 4. Формирование пакета моделей

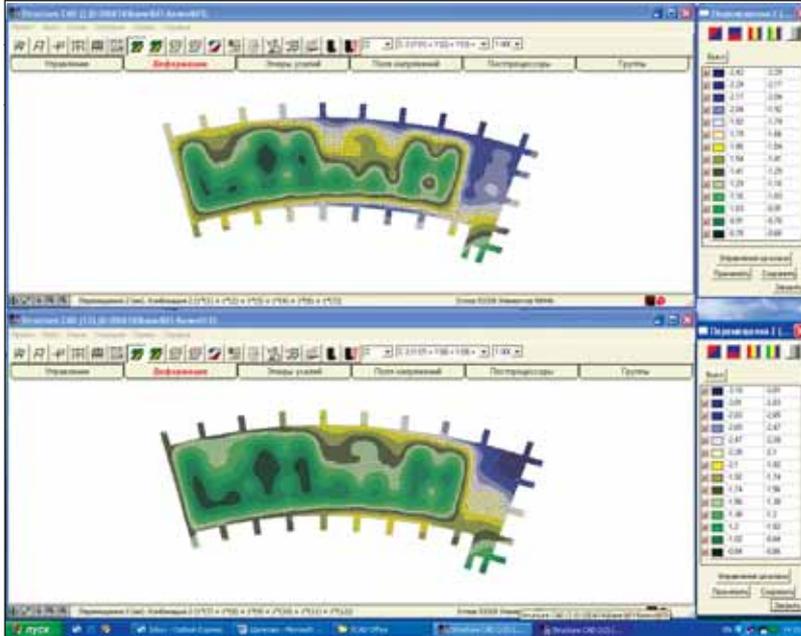


Рис. 5. Сравнительный анализ перемещений по оси Z

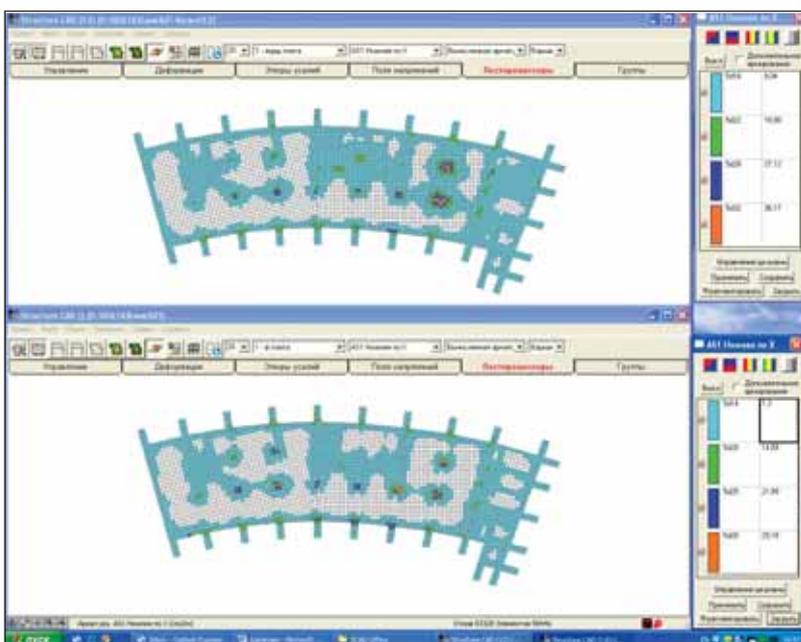


Рис. 6. Сравнительный анализ результатов подбора арматуры (нижняя по X)

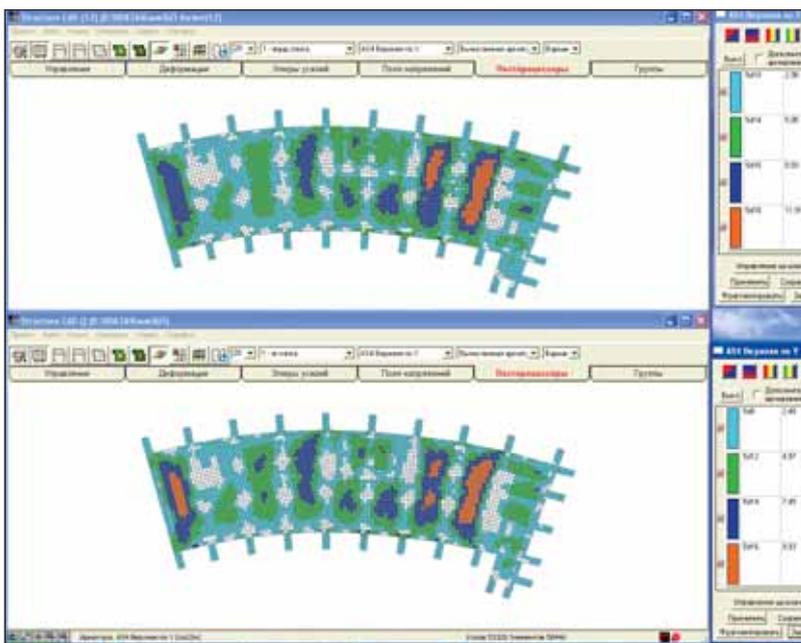


Рис. 7. Сравнительный анализ результатов подбора арматуры (верхняя по Y)

лишь по одной из моделей, с обобщенными результатами (расчет в режиме вариации моделей с учетом семи вариантов образования провала). Например, на рис. 5 видно изменение не только значения перемещения по оси Z в уровне фундаментной плиты, но и картины перемещений (вверху – вариант без карстовой воронки, внизу – воронка в правом верхнем углу плиты).

Подбор арматуры в фундаментной плите, проведенный на базе обобщенных РСУ из "Вариации моделей", также имеет ряд отличий от результатов расчетной схемы без образования карста. Нижняя арматура по оси X и Y (при шаге 20 см), первоначально имеющая разброс от 5d14 до 5d28 (рис. 6 – внизу), дает обобщенный результат по армированию от 5d16 до 5d32 (рис. 6 – вверху).

Верхняя арматура первоначально лежит в диапазоне от 5d8 до 5d16, а обобщенный результат увеличивает его: от 5d10 до 5d18 (рис. 7).

Важность подобного обобщения очевидна: полученные результаты расчетов уже не зависят от того, где именно под фундаментной плитой произойдет образование карстовой воронки. Анализ прочностных параметров всех остальных конструктивных элементов модели (колонн, балок, стен, перекрытий) и оценка устойчивости конструкции также проводятся в режиме вариационного расчета. Это позволяет учесть особенности ожидаемого поведения конструкции, то есть повысить качество расчетного анализа при проектировании.

Поиск решения в условиях неопределенности исходных параметров – задача трудоемкая, связанная со множественными пересчетами. Быстродействие и удобный интерфейс новейших релизов ПК SCAD версии 11.1 позволяет получить необходимые результаты целой серии задач, а также выполнить их детальный совместный анализ и обобщение.

## Литература

1. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. – М.: ДМК-пресс, 2007. – 595 с.
2. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 522 с.
3. СП 50-10-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦППБ, 2005. – 130 с.

*Наталья Мосина,  
заместитель директора  
ООО НПФ "СКАД СОФТ"  
Тел.: (495) 267-4076  
E-mail: mnnv@scadsoft.ru*