



**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА
АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЙ**

Украина: scad@scadgroup.com
Россия: scad-soft@mtu-net.ru

Украина, 03186, Киев, Чоколовский бульвар, 13, к.508, т/ф: (044) 243 83 51
Россия, 107082, Москва, ул.Б.Почтовая, 18/20, корп.12, к.12, т/ф: (095) 267 40 76

SCAD Soft

Новости SCAD

SCAD news

март 1998

Этот выпуск журнала Новости SCAD продолжает постоянную серию информационных материалов, которые мы будем готовить для наших пользователей. Журналы будут выходить одновременно с новыми версиями системы и содержать краткую информацию об особенностях новой версии, рекомендации по работе с системой, сообщения об обнаруженных ошибках и способах их обхода. В каждом выпуске Вы найдете ответы на вопросы пользователей, описание нетрадиционных приемов, позволяющих существенно ускорить синтез сложных расчетных схем, узнаете о внутреннем мире системы и планах ее развития. Мы надеемся на Ваше активное участие в формировании следующих выпусков и ждем от Вас предложений по развитию SCAD, критические и дискуссионные материалы.

Журнал можно также получить по электронной почте в виде документа в формате MS Word, прислав запрос по адресу scad@scadgroup.com.




Разработчики SCAD

Что нового




Раздел содержит информацию о новых функциях и изменениях, которые были введены в различные версии

Версия 7.21



Управление комплексом

-  - введена возможность копирования экранов в формате Windows-метафайла;
- обеспечивается сохранение текущего состояния проекта при аварийном завершении работы программы. Проект сохраняется в директории SDATA (исходные данные) в файле с именем текущего проекта и расширением .TMP. Для продолжения работы этот файл необходимо переименовать, задав ему имя и расширение .SPR;
-  - введена возможность сохранения в виде самостоятельной схемы любого видимого на экране фрагмента исходной схемы;
-  - введена единая операция сброса отметки со всех отмеченных на схеме объектов.


Фильтры управления отображением

-  - введен фильтр отображения **температурных нагрузок**;
-  - введен фильтр отображения **совпадающих элементов**;
-  - введен фильтр отображения **совпадающих узлов**.

Раздел Схема инструментальной панели препроцессора

-  - введена новая операция **Копирование отмеченного фрагмента схемы**, позволяющая выполнить копирование отмеченных элементов в заданном направлении и с заданным шагом (в том числе и по окружности). При выполнении этой операции могут быть назначены функции автоматического объединения совпадающих узлов и элементов, а также копирования с учетом нагрузок схемы-прототипа;
-  - введена возможность генерации расчетной схемы балочного ростверка;
- введен новый тип сборки, в котором подсхема привязывается к точке с заданными координатами;
- в режиме сборки отмечаются совпавшие на схеме и подсхеме узлы и элементы;
- после выполнения триангуляции на схеме отмечается участок, включающий вновь добавленные элементы.

Раздел Назначения

-  - введена операция изменения направления местной оси Z1 пластинчатых элементов (кроме балок-стенок)



Раздел Узлы и Элементы

Узлы


-  - введена операция отметки узлов, независимая от режимов.

Элементы

-  - введена операция **удаления совпадающих элементов**;


-  - введена операция **разделения элементов**, позволяющая разделить узлы примыкания соседних элементов;
-  - введена операция отметки элементов, независимая от режимов.

Загрузки


-  - введен режим задания температурных нагрузок;
- введена возможность задания исходных данных для расчета динамики по заданным акселерограммам.

Постпроцессор

Раздел Деформации

-  - введена возможность формирования видео клипа с отображением анимации перемещений для дальнейшей демонстрации независимо от комплекса.

Раздел Постпроцессоры

-  - введена возможность отображения продольной арматуры в пластинчатых элементах в виде количества и диаметра стержней при заданном шаге арматуры.

Цветовая шкала

- введена кнопка отключения или включения всех значений установленного фактора.

Меню

- в меню Настройка графической среды введена возможность отключения “заливки” отображения нагрузок на стержневых элементах, что значительно ускоряет отрисовку схемы на экране;
- там же введена возможность назначить степень примыкания стержней в режиме объемного отображения профилей к узлам.

Расчет

- введен новый постпроцессор расчета спектров ответа по заданным акселерограммам.


Версия 7.23

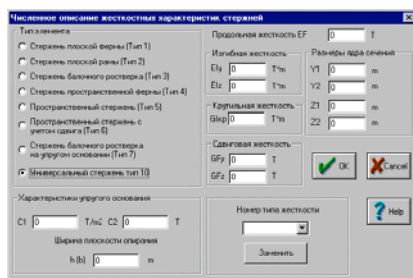
Управление

- для инвертирования отметки узлов и элементов в диалоговом окне **Отметка узлов и элементов** введены кнопки **Инвертировать текущую отметку узлов** и **Инвертировать текущую отметку элементов**. При нажатии на эти кнопки все неотмеченные элементы (узлы) будут отмечены, а с отмеченных элементов (узлов) отметка будет снята;

- в диалоговое окно настройки графической среды добавлена операция **Включить режим автоматического сохранения результатов работы**. Автоматическое сохранение будет выполняться в соответствии с установленным временным интервалом;
- в диалоговое окно настройки графической среды добавлена возможность установить режим отображения инструментальной панели в два ряда кнопок, что позволяет работать со всеми элементами управления при малой разрешающей способности экрана (настройку следует выполнять до входа в пре- и постпроцессор).

Препроцессор

- введена операция формирования схемы из объемных элементов, в основе которой лежит принцип копирования схемы-прототипа - . В развитие ранее реализованных возможностей (порождение стержня из отмеченного узла и пластины - из отмеченного стержня) введена операция порождения пространственных элементов из отмеченных пластин;
- введена операция **Численное описание жесткостей стержней**, позволяющая описать численно жесткости стержневых элементов в зависимости от типа элемента;

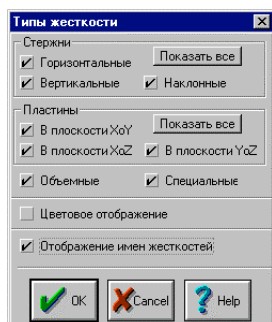




- в диалоговые окна задания жесткостных характеристик стержневым и пластинчатым элементам введена кнопка вызова функции вычисления характеристик упругого основания;
- в режиме **Информация об элементе** введена возможность корректировки жесткостных характеристик;
- в диалоговых окнах задания жесткостных характеристик введена возможность выбора Физико-механических свойств материалов из списка материалов. Список может быть расширен и откорректирован пользователем путем редактирования файла **material.txt**.

Формат списка





Удельный вес (т/м ³)	Модуль упругости (т/м ²)	Коэффициент Пуассона	Наименование материала
2.5	2.14e6	.2	"Бетон тяжелый В12.5"

- кроме номера типа жесткости для стержневых и пластинчатых элементов введена возможность задания имени типа жесткости, который может отображаться на схеме. Отображение выполняется путем инициализации соответствующей кнопки в окне фильтров Типы жесткости;



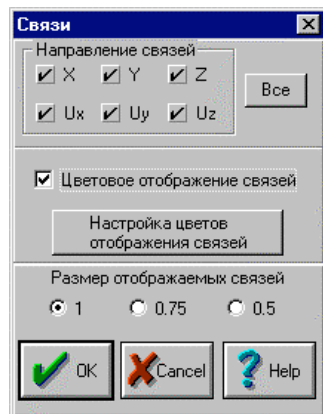
- в раздел Назначения введена операция  - **Назначение жесткостных характеристик всем объемным элементам**;
- для получения реакций в узлах элементов введена операция задания списка элементов в разделе **Назначения** инструментальной панели (кнопка  - **Определение элементов для вычисления реакций в узлах**). После выполнения расчета значения реакций можно вывести на печать в табличной форме, из раздела дерева проекта **Печать таблиц**.


Фильтры

- из окна **Информация об элементе** введена возможность корректировки жесткостей специальных элементов (связи конечной жесткости, упругие связи и т.п.);
- в окно Цветовая индикация жесткостей введена операция **Фрагментировать**, с помощью которой на экран выводятся только те элементы, для которых в окне цветовой индикации установлен признак активности;
- введена Цветовая индикация типов конечных элементов. Инициализация цветовой индикации выполняется в окне управления фильтром Типы элементов;
-  - введен фильтр цветовой индикации групп элементов;
-  - введен фильтр цветовой индикации групп узлов;
- для фильтров цветовой индикации групп узлов и элементов введена операция **Фрагментировать**, с помощью которой на экран выводятся только те элементы, для которых в окне цветовой индикации установлен признак активности;
-  - введен фильтр визуализации направления оси X выдачи усилий в пластинчатых элементах;
- при выводе эпюр силовых факторов на стержневых элементах можно вывести на схему максимальное по абсолютной величине значение анализируемого фактора. Для этого используется кнопка фильтров **Оцифровка изополей и изолиний** . Если используется цветовая шкала отображения максимальных значений силовых факторов, то соответственно

выбранной функции будет выведено максимальное положительное или максимальное отрицательное значение фактора;

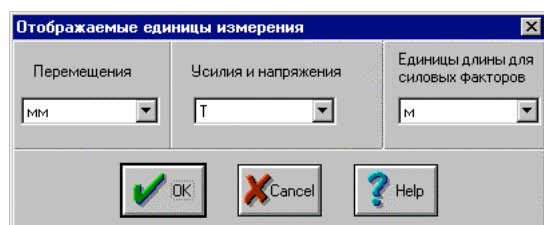
- при отображении связей в узлах можно установить режим цветовой индикации направления связей. Установка режима выполняется в окне настройки фильтров;




-  - введена цветовая индикация при отображении групп объединений перемещений;
- в диалоговых окнах получения информации об узлах и элементах введена операция удаления анализируемого объекта - кнопки **Удалить узел** и **Удалить элемент** соответственно. Кроме того в процессе анализа узла возможно изменение его координат. Изменение координат узла выполняется после нажатия на кнопку **Применить**.



Графический анализ результатов

- в режиме графического анализа результатов расчета разделена настройка единиц длины при выдаче результатов перемещений и силовых факторов;



- во всех режимах графического анализа результатов при выводе изолиний и изополей есть возможность изменить количество интервалов выдачи результатов. Настройка шкалы выполняется в диалоговом окне **Цветовая шкала**;

-  - в раздел **Постпроцессоры** введен режим графического анализа главных и эквивалентных напряжений;

-  - в раздел **Постпроцессоры** введен режим графического анализа результатов расчета нагрузок от фрагмента схемы. Узлы со значениями нагрузок для всех загрузок и комбинаций загрузок могут быть сохранены, как отдельная расчетная схема -  и использованы в последующих расчетах.


Печать результатов



- для документирования исходных данных и результатов расчета введена специальная подсистема - **Документатор**, с помощью которой таблицы формируются и выводятся на печать в графическом формате или экспортируются в **MS Excel™**. Печать выполняется на листах формата А4. В настройке характеристик принтера должна стоять ориентация Книжный;
- в таблицы с результатами введен раздел **Коэффициенты запаса устойчивости**.

Постпроцессоры

- введена подсистема **расчета нагрузок от фрагмента схемы**, которая позволяет определить нагрузки в заданных узлах от отделенной части схемы, например, от наземной части расчетной схемы на фундаменты или от произвольного фрагмента схемы. В качестве исходных данных для расчета служат группы узлов, в которых необходимо получить нагрузки и группы элементов, приходящих в эти узлы;
- введен расчет **главных и эквивалентных напряжений** по четырем теориям прочности, который можно выполнить как для загружений, так и для комбинаций загружений. Результаты расчета выводятся на печать в табличной форме, из раздела дерева проекта **Печать таблиц**, а для пластинчатых элементов в графическом постпроцессоре предусмотрено построение изолиний и изополей главных и эквивалентных напряжений, а также отображение направлений

главных площадок - .



Исправлены многочисленные старые

и внесены не менее многочисленные новые ошибки 

Маленькие хитрости

Раздел содержит советы, как использовать функции SCAD для выполнения нестандартных операций или информацию о недокументированных возможностях программы

Сборка схем, имеющих разные единицы измерения длины

Формально в SCAD не предусмотрена возможность выполнения сборки схем с различными единицами измерения. Однако, если "очень надо", то такую операцию можно выполнить. Схема, которая имеет требуемые единицы измерения будет основной, т.е. к ней будут присоединяться другие схемы (подсхемы), включая и те, которые имеют "не те" единицы измерения. В первую очередь необходимо подготовить подсхемы к сборке. Это значит, что им необходимо с помощью функции Геометрических преобразований изменить масштаб. Например, если схема задана в **мм**, то для присоединения ее к схеме, у которой единица длины **м** надо ввести масштабный множитель 0.001.

После того, как у всех подсхем изменен масштаб в соответствии с единицами измерения основной схемы, можно выполнять сборку.

Очень важно помнить, что изменение масштаба не влияет на другие параметры схемы - нагрузки, жесткости и т.п. В связи с этим для полной (собранной) схемы все эти параметры необходимо задать заново. Но это уже издержки производства.

Вопросы и ответы

Раздел содержит ответы на вопросы, которые наши пользователи задавали сотрудникам подразделения технической поддержки. Мы надеемся, что ответы на эти вопросы могут быть полезны и другим пользователям

1. Вопрос (Л.Г.Телегина, ГипроУЗ, г. Москва)

Почему все версии SCAD имеют нечетные номера ?

Ответ. Все четные версии предназначены для “внутреннего употребления” - эти версии используются только группой разработчиков для тестирования. Как только тестирование заканчивается, версия получает очередной (нечетный) номер и передается нашим пользователям.

2. Вопрос: Когда нужно применять геометрически нелинейный расчет ?

Ответ. Точные рекомендации об области применения нелинейных расчетных моделей в отечественной нормативной литературе не приводятся и проектировщики здесь полагаются главным образом на традиции и интуицию. В зарубежной нормативной литературе, в частности, в Еврокоде-3 (см. п.5.2.5.2) имеется рекомендация о переходе к расчетам по геометрически нелинейной расчетной схеме, или по принятой там терминологии по теории второго порядка, если

$$\Delta M/M \geq 0,1,$$

где ΔM — приращение внутреннего усилия при расчете по деформированной схеме;
 M — внутреннее усилие полученное в результате линейного расчета.

Для оценки величины приращения ΔM можно использовать характерный фрагмент расчетной схемы или ее упрощенный вариант, который следует рассчитать в двух вариантах — линейном и нелинейном.

3. Вопрос (В.В. Куликов, Мосинжпроект, г. Москва)

Как сделать расчетную схему винтовой лестницы (пандуса)?

Ответ. Для формирования расчетных схем спиралевидных поверхностей вращения используется функция Создание поверхностей вращения по заданной формуле. В случае винтовой лестницы необходимо задать формулу $H / 360 * y$, где: H - высота подъема лестницы за один виток (360 градусов). Остальные исходные данные имеют следующий физический смысл:

$R1$ - внутренний радиус спирали;

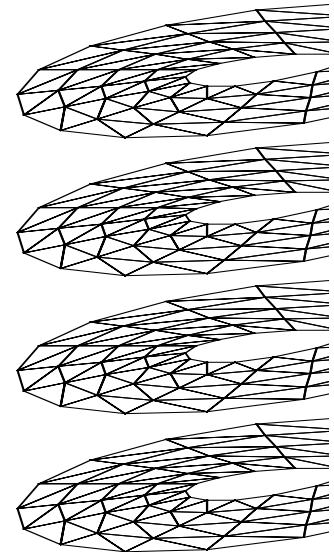
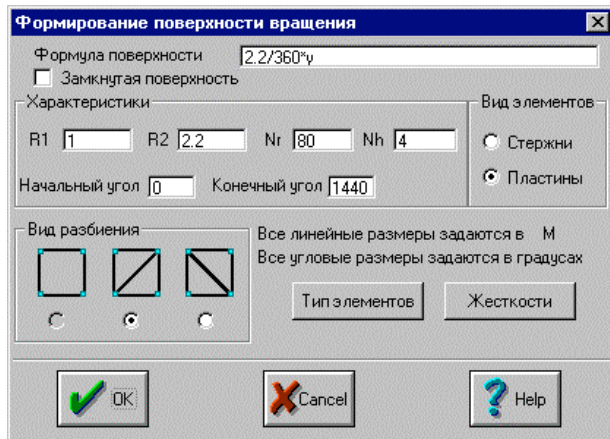
$R2$ - внешний радиус спирали;

Nr - количество элементов по длине спирали;

Nh - количество элементов по ширине спирали;

Начальный угол - угол начала спирали;

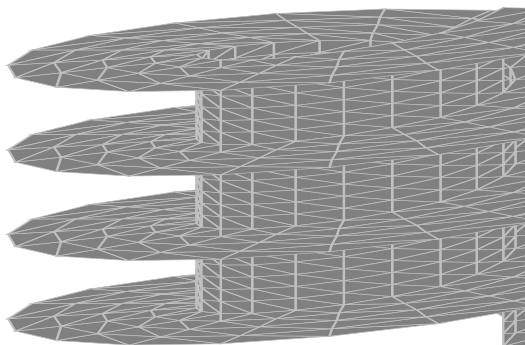
Конечный угол - угол конца спирали (количество витков умноженное на 360^0).



Диалоговое окно **Формирование поверхности вращения** с информацией для винтовой лестницы, изображенной справа

Характеристики винтовой лестницы - формула $2.2/360 \cdot y$ (высота подъема за один виток 2.2м), внутренний радиус 1м, внешний радиус 2.2м, количество элементов по длине - 80, количество элементов по ширине - 4, начальный угол 0° , конечный угол 1440° (четыре полных витка).

При необходимости схема может быть дополнена внутренней оболочкой (трубой), вокруг которой вьется спираль. Оболочка создается путем триангуляции области, лежащей между первым и последним витками, образованной двумя смежными узлами на внутренней части спирали. Полученная область запоминается как подсхема и затем устанавливается между другими парами узлов.



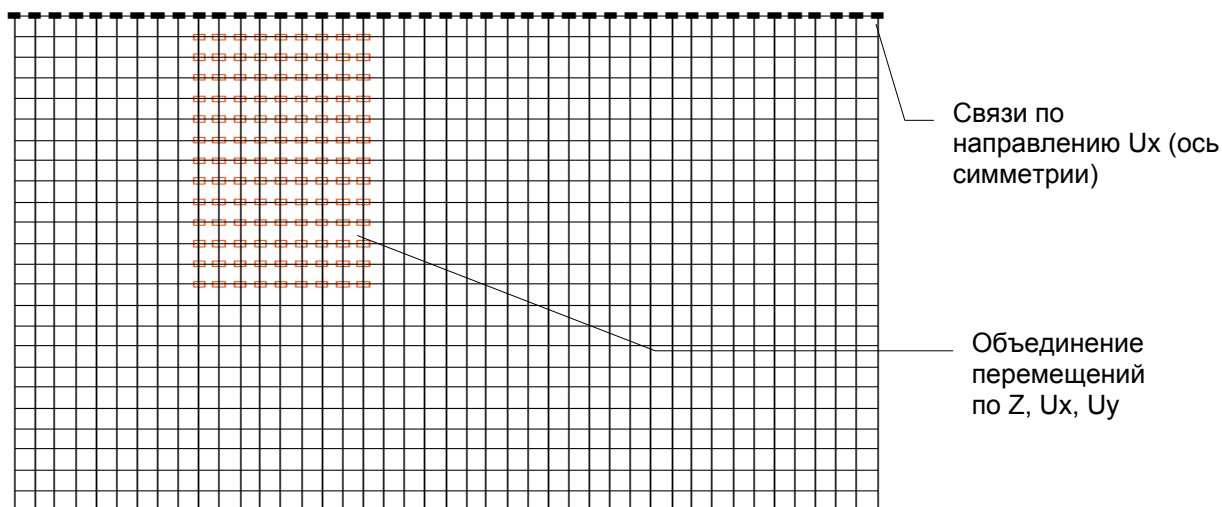
Расчетная схема с примыкающей внутренней трубой.



Подсхема - элемент трубы (шаг триангуляции - 0.3м).

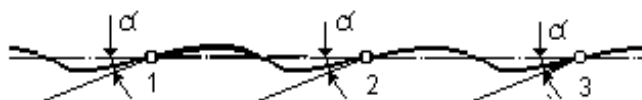
4. Вопрос. (Е.Д. Шумакова, Моспроект 2, Москва)

По результатам расчета плиты в ядре жесткости по направлению симметрии (Y) отсутствуют поперечные силы, а в другом направлении (X) они есть. Объясните это явление.



Расчетная схема плиты

Ответ. При объединенных перемещениях Z соответствующая часть плиты может перемещаться только горизонтально и создается впечатление, что и все углы поворота будут отсутствовать. Однако даже их объединение не может гарантировать равенство углов поворота нулю, что иллюстрируется простой схемой на следующем рисунке, где узлы 1, 2, 3 ... имеют одинаковое перемещение и **одинаковые, но не равные нулю** углы поворота.



Более правильным было бы задать в зоне расположения ядра жесткости связи, запрещающие повороты Ux и Uy и объединить перемещения Z.

Практические рекомендации

Рекомендации по учету несовершенств реальной конструкции

Расчет, выполняемый с помощью системы SCAD, основывается на использовании идеализированной расчетной модели, которая, вообще говоря, не учитывает возможные неидеальности. К сожалению, отечественные нормативные документы не уделяют этой проблеме должного внимания. Поэтому приведенные ниже рекомендации базируются на зарубежном опыте, который представлен в EUROCODE-3 (см. ENV 1993-1-1. Design of steel structures. - part 1 "General rules and rules for building").

EUROCODE регламентирует некоторые элементы общего статического расчета несущей системы, допуская определение внутренних сил и моментов методами:

упругого расчета - для любых систем;

упруго-пластического или жестко-пластического расчета - для систем с необходимым подкреплением против потери устойчивости.

Упругий расчет по недеформированной схеме допускается в тех случаях, когда приращение внутренних сил и моментов ΔR , возникающие за счет учета влияния перемещений системы под нагрузкой, не превышает 10% от величины R, полученной без учета этого влияния. В частности, для ортогональных многоэтажных рам расчет по недеформированной схеме возможен если

$(\delta/h) \leq 0,1(\Sigma H/\Sigma V)$, где δ - горизонтальное смещение верха рамы, h - общая высота конструкции, ΣH - сумма горизонтальных реакций, ΣV - общая вертикальная сила, действующая на раму.

Возможные несовершенства реальной системы могут привести к снижению уровня критической нагрузки потери устойчивости (по сравнению с результатами расчета идеализированной системы). В связи с этим не рекомендуется применять конструкции, у которых коэффициент запаса по общей устойчивости меньше 1,25.

В отличие от СНиП, EUROCODE требует учета возможных начальных несовершенств и при выполнении общего статического расчета системы. В общем случае учету подлежат несовершенства системы в целом, несовершенства (неидеальность) узловых соединений и несовершенства элементов конструкции.

Для многэтажных рам таким несовершенством является отклонение от вертикали

$$\Psi = k_c k_s \Psi_0,$$

где Ψ_0 — допускаемый перекося колонны (например, $\Psi_0 = 1/200$);

$$k_c = (0,5 + 1/n_c)^{1/2}, \text{ но } k_c \leq 1;$$

$$k_s = (0,2 + 1/n_s)^{1/2}, \text{ но } k_s \leq 1;$$

n_s - число этажей;

n_c - общее число колонн, проходящих через все этажи, у которых нагрузка не ниже 50% от средней нагрузки на колонну.

Допускается учитывать эти отклонения в виде эквивалентных горизонтальных сил по схеме рис.1. Такие силы могут действовать по всем возможным горизонтальным направлениям и необходимо выбрать неблагоприятные из них (например, для схемы по рис.1, если ветер на раму действует слева направо, то неблагоприятным будет направление сил ψF_1 и ψF_2 тоже слева направо).

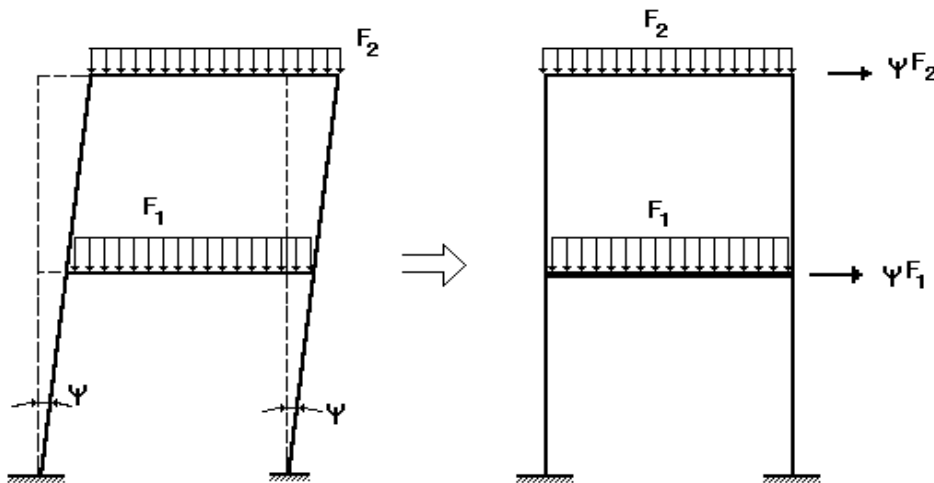


Рис.1. Эквивалентные силы для учета отклонений от вертикали

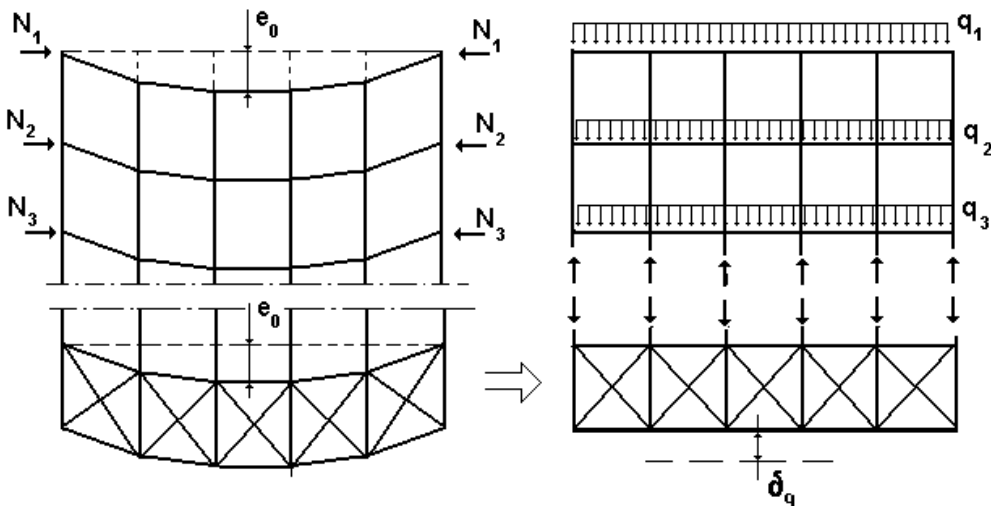


Рис.2. Эквивалентные силы для связевых систем

При расчете связевых систем, обеспечивающих боковую жесткость конструкции, необходимо учитывать начальные несовершенства раскрепляемых элементов в виде их искривлений со стрелкой $e_0 = k_r L / 500$, где $k_r = (0,2 + 1/n_r)^{1/2}$, но $k_r \leq 1$; n_r - число подкрепляемых элементов.

Эквивалентная нагрузка на связевую систему

$$q = (\sum N/L)(k_r + 500\delta_q/L)/62,5,$$

где δ_q - прогиб связевой системы (рис.2). В тех случаях, когда связевая система стабилизирует изгибаемые элементы, усилия N могут быть определены как

$$N = M/h,$$

где M — максимальный изгибающий момент и h — высота изгибаемого элемента.

Планы на будущее

В ближайшие версии SCAD будут включены следующие функции режима графического диалога:

- цветное отображение количества сечений;
- новые модули армирования стержневых элементов для пространственных расчетных схем;
- составные сечения из сортамента металлопроката для задания жесткостных характеристик стержневым элементам;
- расширенные возможности функции Информация об элементе;
- расширенные возможности по работе с фильтрами;
- и др.

Мы ждем Ваших предложений, вопросов и пожеланий

Интернет: <http://www.scadgroup.com>

