



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

В.А. Жилкин

ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ В БАЛКАХ И РАМАХ

в программных продуктах SCAD и MathCAD

Методические указания

Челябинск
2006

УДК 539.4.01.

Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах с помощью программных продуктов SCAD и MathCAD: Методические указания /В. А. Жилкин; Уральский филиал МАДИ. - Челябинск, 2006. - 48 с.

Методические указания предназначены для студентов 2-го курса всех специальностей дневной формы обучения и студентов-заочников 3-го курса, изучающих дисциплины «Сопротивление материалов», «Прикладная механика» и «Техническая механика».

Рецензенты

Сапожников С.Б.. - докт. техн. наук, доцент (ЧГТУ)

Рахимов Р. С. - докт. техн. наук, проф. (ЧГАУ)

ISBN

(с) МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) **УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ** 2006

1. Методика построения эпюр внутренних силовых факторов в проектно-вычислительном комплексе Structure CAD для Windows

1.1. Описание возможностей комплекса Structure CAD

Проектно-вычислительный комплекс **Structure CAD** for Windows¹ реализован как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов (**МКЭ**) и позволяет определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций.

В основу комплекса положена система функциональных модулей, связанных между собой единой информационной средой. Эта среда называется проектом и содержит полную информацию о расчетной схеме, представленную во внутренних форматах комплекса. В процессе формирования расчетной схемы проект наполняется информацией и сохраняется на диске в файле (с расширением **.SPR**). Имя проекта и имя файла, в котором он сохраняется, задаются при создании новой схемы.

Функциональные модули SCAD делятся на четыре группы: в первую группу входят модули, обеспечивающие ввод исходных данных в интерактивном графическом режиме (графический препроцессор) и графический анализ результатов расчета (графический постпроцессор). Модули второй группы служат для выполнения статического и динамического расчета (процессор), а также вычисления расчетных сочетаний усилий (PCY), комбинаций загружений, главных и эквивалентных напряжений, реакций, нагрузок на фрагмент схемы, расчет устойчивости (эти модули условно называются расчетными постпроцессорами). Документирование результатов расчета выполняется модулями третьей группы. В четвертую группу включаются проектирующие модули (проектирующие постпроцессоры), которые служат для подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций, расчета и проектирования узлов металлоконструкций и др.

Базовая конфигурация комплекса включает высокопроизводительный вычислительный модуль для расчета на статические и динамические нагрузки и воздействия, развитую библиотеку конечных элементов, графические средства создания расчетных схем стержневых, пластинчатых, твердотельных и комбинированных конструкций, а также графические средства отображения и документирования результатов расчетов. Функциональные возможности могут быть расширены путем подключения расчетных и проектирующих постпроцессоров.

Все функциональные модули комплекса реализованы в единой графической среде. Интерфейс, сценарии взаимодействия пользователя с системой, функции контроля исходных данных и анализ результатов полностью типизированы, что обеспечивает минимальное время освоения комплекса и логичную последовательность выполнения операций.

Высокопроизводительный вычислительный модуль позволяет решать задачи статики и динамики с большим (до **400 000**) количеством степеней свободы и высокой точностью. Расчет выполняется на заданное количество загружений и форм колебаний и сопровождается подробным протоколом, который может быть проанализирован как по ходу выполнения расчета, так и после его завершения. Средства прерывания расчета позволяют продолжить его выполнение, начиная с точки прерывания.

Библиотека конечных элементов включает различные виды стержневых элементов: шарнирно-стержневые, рамные, балочный ростверк на упругом основании, позволяет учитывать сдвиг в сечении стержня. Пластинчатые элементы, которые представ-

^{1 1} А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер, Расчетные модели сооружений и возможность их анализа (издание 2-е переработанное и дополненное).- Киев: Изд-во Сталь, 2002. - с.

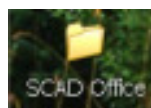
лены 3-х и 4-х узловыми элементами плит, оболочек, балок-стенок, могут включать дополнительные узлы на ребрах и обеспечивают решение задач для материалов с различными свойствами (с учетом ортотропии, изотропии и анизотропии). Кроме того, библиотека включает различные виды объемных элементов, набор 3-х и 4-х узловых многослойных и осесимметричных конечных элементов, а также специальные элементы для моделирования связей конечной жесткости, упругих связей и другие.

Специальные средства предусмотрены для создания расчетных моделей, поверхность которых описывается аналитически. Эти средства позволяют автоматически генерировать сетку элементов на поверхности, заданной как функция двух переменных. Для формирования произвольных сеток на плоскости используется функция автоматической триангуляции, с помощью которой сетка может быть нанесена на любую область расчетной схемы.

Результаты расчета могут быть представлены в виде схем перемещений и прогибов, эпюр, изолиний и изополей. Одновременно на схему могут выводиться и числовые значения факторов. Для статических и динамических нагружений предусмотрена возможность анимации процесса деформирования схемы и записи этого процесса в формате видеоклипа **AVI**. Любая графическая информация может выводиться на печать или сохраняться в виде метафайла (**WMF**).

Модули документирования результатов расчета позволяют сформировать таблицы с исходными данными и результатами в текстовом формате или графическом формате, а также экспортировать их в **MS Word** или **MS Excel**. Формирование таблиц выполняется с учетом групп узлов и элементов, таблицы можно дополнить комментариями и включить в них графическую информацию. Таким образом, отчетный документ может редактироваться средствами Windows и приобретать удобную для конкретного пользователя форму (например, в соответствии с принятым в его фирме стандартом), а экспорт в **MS Excel** дает возможность последующей нестандартной обработки результатов применительно к конкретным обстоятельствам использования.

1.2. Загрузка комплекса Structure CAD



В зависимости от места установки ярлыка **SCAD** (в главном меню или на рабочем столе) возможны два способа запуска системы **SCAD**.

Первый способ. Найти на рабочем столе ярлык **SCAD**, подвести к нему указатель мыши и щелкнуть по левой клавише мыши один или два раза.

Второй способ. Нажать на клавишу **Пуск**, выбрать в главном меню раздел **Все программы** и в нём папку **SCAD Office**. При этом появится всплывающее меню с названиями функциональных модулей вычислительного комплекса, в котором выбираем команду **SCAD** (рис.1).

После загрузки программы появится пока ещё пустое окно (рис.2), на панели инструментов которого нажмем кнопку **Создание нового проекта**, что приведет к появлению панели **Новый проект** (рис.3), в поля ввода которого введем наименование проекта **Эпюры** и название объекта **Балка**. Из списка **Тип схемы** выберем **Система общего вида** и щелкнем по кнопке **Единицы измерения**. Появится одноименная панель, в полях ввода которой зададим единицы измерения геометрических и силовых параметров расчета, а также с помощью кнопок **<**, **>** - число значащих цифр после запятой (рис.4). Кнопка **e** позволяет задать числа в экспоненциальной форме. Щелкнем по кнопке **ОК** окна **Единицы измерения** и по кнопке **ОК** окна **Новый проект**. Далее программа потребует сохранить новый проект в некотором файле. После выпол-

нения этих операций открывается главное окно конечно-элементного пакета **SCAD**, интерфейс которого приведен на *рис.5*.

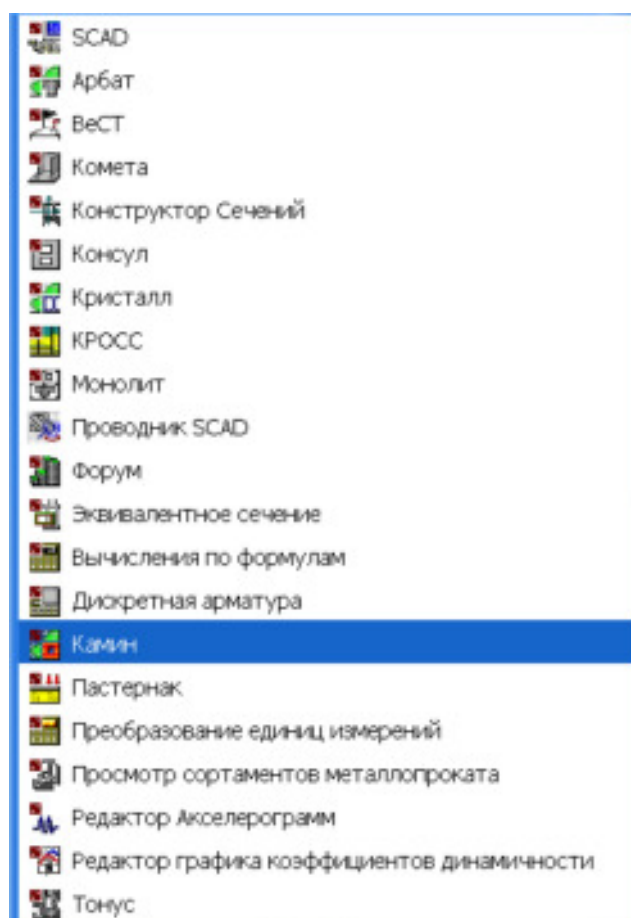


Рис.1

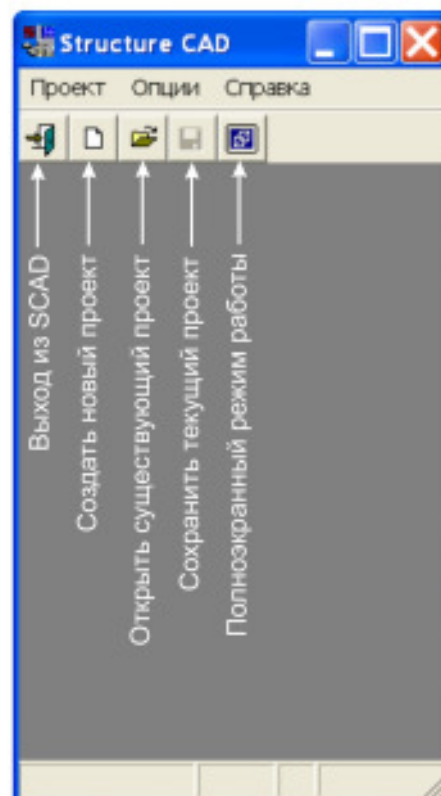


Рис.2

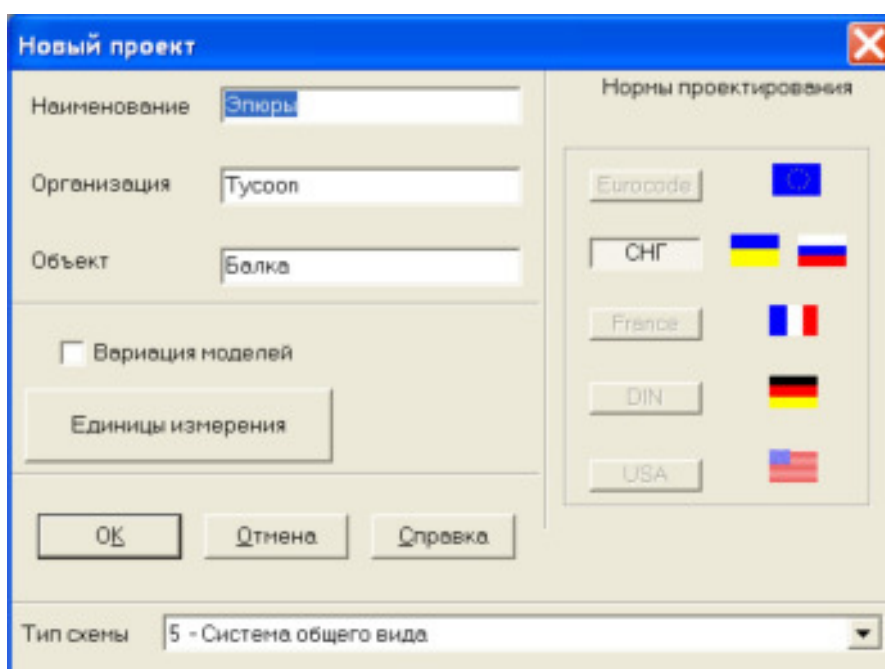


Рис.3