



Новости SCAD

SCAD news

Июнь 2001

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.

Разработчики SCAD

Что нового.....	2
<i>Тонус</i>	2
<i>КРОСС</i>	3
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	6
<i>Форматы файлов отчетных документов</i>	6
<i>Прогноз времени счета</i>	7
Вопросы и ответы.....	10

Что нового

Раздел содержит информацию о новых функциях и изменениях, которые были введены в новую версию SCAD Office.

В составе SCAD Office появились две новые программы — Тонус и КРОСС.

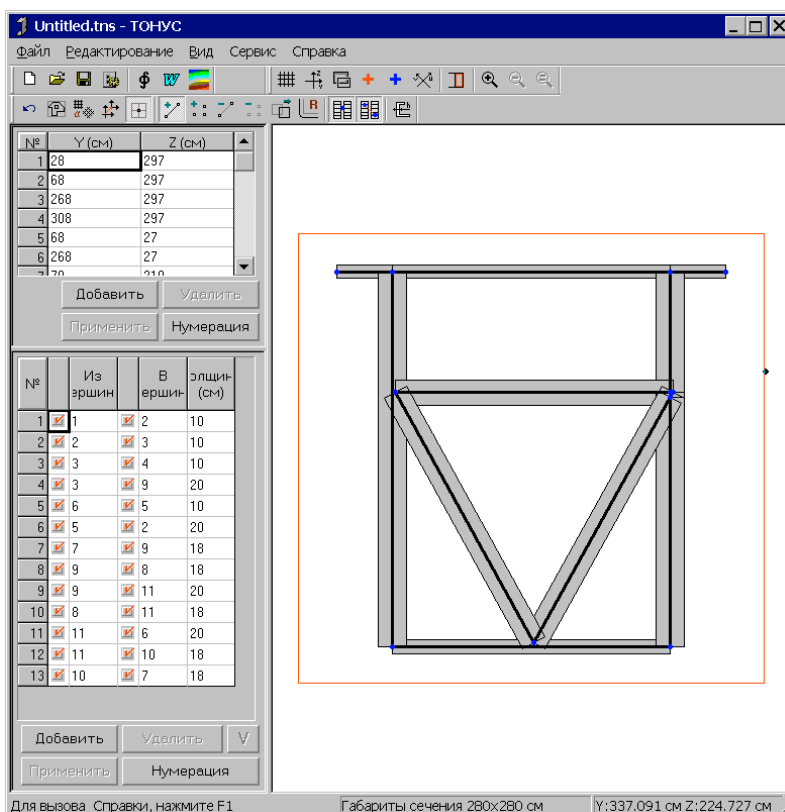
Тонус

Программа **Тонус** является развитием серии программ, предназначенных для моделирования поперечных сечений стержневых элементов и вычисления их геометрических характеристик (**Конструктор Сечений**, **Консул**, **Сезам**). В отличие от вышеупомянутых элементов SCAD Office, **Тонус** реализует другой подход к формированию модели поперечного сечения. Здесь предполагается, что сечение является тонкостенным и состоит из прямолинейных полосок, каждая из которых имеет постоянную ширину.

Тонкостенные стержни входят в состав самых разнообразных инженерных сооружений, относящихся к различным областям техники. В одних случаях такая расчетная модель описывает сооружение в целом (например, многоэтажное здание с несущими стенами или пролетное строение моста), в других – важные несущие компоненты силового каркаса.

Создание модели сечения в программе **Тонус** сводится к достаточно простой операции ввода срединных линий полосок, из которых состоит сечение, и определения их толщин. При этом информация может вводиться как графически (с помощью «мыши»), так и в форме таблицы, где задаются координаты вершин и набор полосок (каждая полоска описывается парой вершин и толщиной).

Программа автоматически определяет замкнутые циклы и корректно учитывает их наличие при расчете крутильных и секториальных характеристик сечения.



Пример тонкостенного сечения, созданного в программе *Тонус*

Предусмотрена возможность импорта описания сечения из системы AutoCAD в форматах DWG- или DXF-файла и использования набора параметрических сечений.

КРОСС

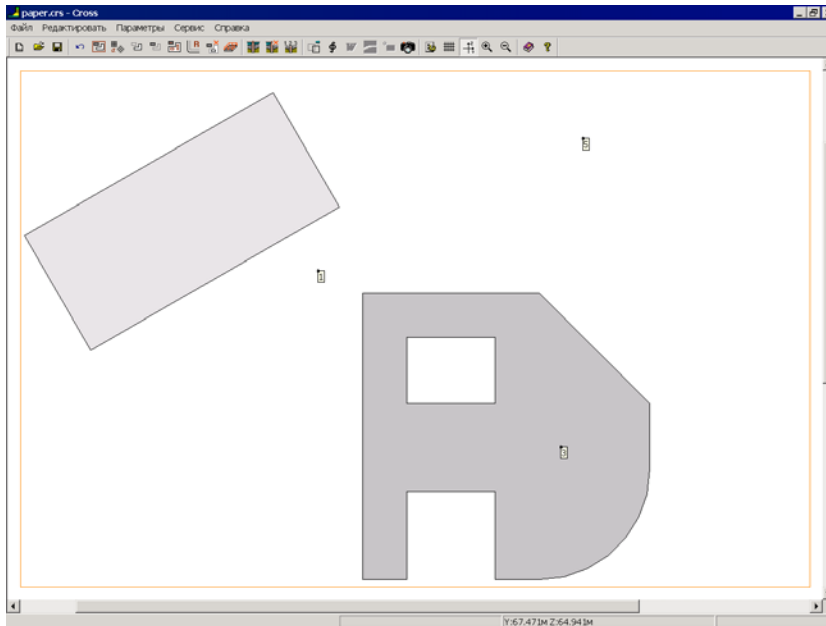
При проектировании сооружений, которые взаимодействуют с податливым основанием, постоянно возникает проблема представления основания в общей расчетной модели сооружения и задания информации о механических свойствах грунтового массива. Одной из наиболее часто используемых расчетных моделей, особенно в рамках программных систем, основанных на методе конечных элементов, является плита на упругом винклеровском основании. Но при этом возникает проблема выбора коэффициентов постели основания в большей или меньшей степени адекватно отражающих реальные свойства грунтового массива. К сожалению, ни один нормативный документ не дает рекомендаций по определению коэффициентов постели даже в простейшем случае однородного грунтового массива, не говоря уже о наиболее часто встречающемся случае многослойного основания.

В работе В.Г.Федоровского и С.Г.Безволева (*Прогноз осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета плит* // Основания, фундаменты и механика грунтов. — 2000. — № 4. — с. 10-18) предложена модель работы многослойного грунтового массива, которая позволяет обосновать выбор коэффициентов постели, пригодных не только для расчета фундаментной плиты без известных парадоксов, возникающих в случае применения модели упругого полупространства (преувеличение распределительной способности грунта, возникновение краевых бесконечностей и т.п.), но и для определения осадок, возникающих как за счет упруго пластических (больших), так и упругих (малых) деформаций грунтового основания.

Эта модель была положена в основу разработки программы **КРОСС**, которая предназначена для определения коэффициентов постели и оперирует всеми доступными данными о площадке строительства. В частности, учитываются параметры не только проектируемого сооружения, но и других объектов (например, существующие здания), влияющих на него в том смысле, что нагрузки на грунт, передаваемые этими объектами, могут привести к осадкам рассматриваемого фундамента. Кроме того, используются результаты геологических изысканий, которые представлены в виде информации о характеристиках грунта в пробуренных скважинах. Рельеф дневной поверхности на площадке предполагается достаточно гладким и задается путем указания отметок устьев скважин. Другие данные геодезической съемки не используются.

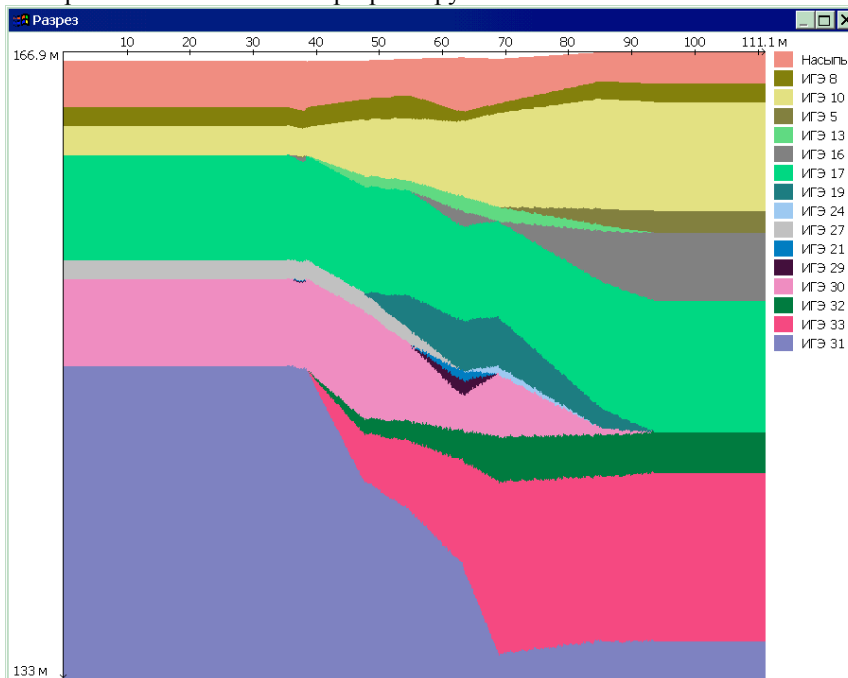
Пятна проектируемого сооружения и существующих зданий представлены в виде замкнутых многоугольников (возможно с проемами), каждый из которых передает на грунт нагрузку определенной (и постоянной для этого пятна) интенсивности, приложенную на уровне отметки подошвы фундамента.

Программа **КРОСС** входит в состав пакета **SCAD Office** и предусматривает как автономную работу, так и обмен данными с интегрированной системой прочностного анализа конструкций **Structure CAD (SCAD)** (новая версия системы **SCAD**, в которой реализован этот режим, выйдет во второй половине 2001 года). При совместной работе с системой **SCAD** в программу **КРОСС** автоматически передается очертание фундаментной плиты. После задания дополнительной информации и данных о площадке строительства выполняется расчет коэффициентов постели, значения которых возвращаются в **SCAD** и автоматически назначаются элементам схемы. В случае автономной работы результаты работы программы могут использоваться для задания коэффициентов постели в **любой** программе расчета конструкций. Программа позволяет в режиме графического диалога задать конфигурацию фундаментной плиты и (если это необходимо) форму и положение существующих зданий и проемов, а также положение пробуренных скважин.

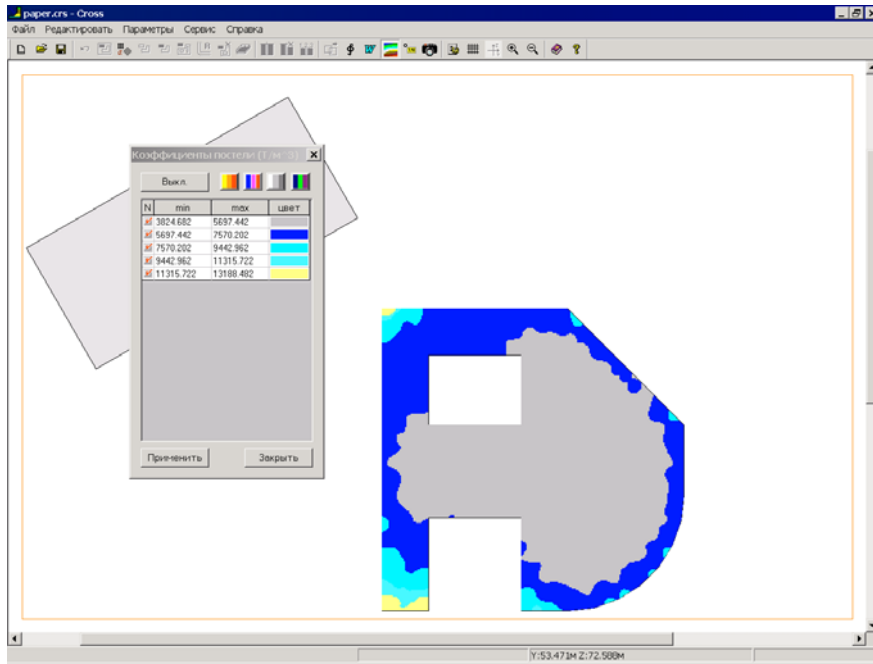


Для каждого слоя грунта, входящего в состав многослойного грунтового массива, задается: наименование грунта, а также его удельный вес, модуль деформации, модуль упругости, коэффициент Пуассона, коэффициент переуплотнения, давление переуплотнения и цвет (имеется ввиду цвет, которым грунт будет изображаться при построении разрезов (см. ниже)).

Для дополнительного контроля правильности задания данных в программе предусмотрена возможность построения геологического разреза грунта.



Результатом работы программы являются значения коэффициентов постели в любой точке основания проектируемого сооружения. Кроме того, коэффициенты постели могут быть отображены в виде изополей, цветовая градация которых и уровни могут быть заданы пользователем.



Практические рекомендации

Форматы файлов отчетных документов

Компоненты пакета **SCAD Office** создают отчетные документы в формате **RTF** (Rich Text Format). Разработчики выбрали этот формат, исходя из следующих соображений. Формат RTF “понимают” стандартные текстовые процессоры типа MS Word или поставляемая в составе операционной системы MS Windows, программа WordPad. Кроме того, данный формат является официальным — его описание (спецификация) доступна для ознакомления и использования (см. <http://msdn.microsoft.com/library/specs/richtextformatrtf specificationsamplerfreaderprogram.htm>). Несмотря на то, что формат документов MS Word известен (см., например, Г.Борн “Форматы данных”, Киев, BHV, 1995), авторы не рискнули его использовать, поскольку эти описания носят неофициальный характер и фирма Microsoft вправе в любой момент изменить формат файлов, с которыми работает MS Word.

В связи с развитием Internet, широкое распространение получили форматы PostScript, PDF (Portable Document Format) и HTML (Hyper Text Markup Language).

PostScript — это стандарт de facto для печати документов. Этот формат был разработан фирмой Adobe Systems Incorporated (Adobe) и реализован для печати на лазерных принтерах. В настоящее время широко применяется в настольных издательских системах. Для любого типа печатающего устройства можно приобрести необходимый картридж для печати файлов формата PostScript. Файлы этого формата с расширением .ps или, реже, .rpn получаются с помощью функции Print to file графических программ при использовании драйвера PostScript-принтера. Такие файлы содержат в себе сам документ (только то, что располагалось на страницах), все связанные файлы, использованные шрифты, а так же другую информацию: цветodelение, дополнительные платы, полутоновой растр для каждой платы, линиатуру растра и другие данные для выводного устройства. PostScript драйвера распространяются бесплатно. Их можно загрузить, например, с сайта фирмы Adobe (<http://www.adobe.com/support/downloads/855e.htm>) или воспользоваться драйвером RedMon (<http://www.cs.wisc.edu/~ghost/redmon/index.htm>). Эти драйвера позволяют получить PostScript файл из любого приложения, которое имеет возможность печати. Для просмотра и печати PostScript файлов можно использовать бесплатно распространяемую программу GSView (см. <http://www.cs.wisc.edu/~ghost/>).

Другим стандартом, который продвигает фирма Adobe, является Portable Document Format (**PDF**). Данный формат специально предназначен для обмена информацией на электронных носителях. Формат PDF предложен фирмой Adobe как независимый от платформы формат, в котором могут быть сохранены иллюстрации (векторные и растровые) и текст, причем со множеством шрифтов и гипертекстовых ссылок. Для достижения продекларированной в названии переносимости (portable) размер PDF-файла должен быть малым. Для этого используется компрессия — к каждому виду объектов применяется свой способ.

Для просмотра документов в этом формате по сети Internet можно получить специально разработанную фирмой свободно распространяемую программу Acrobat Reader (<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html>), реализация которой существует для всех распространенных компьютерных архитектур, начиная от обычных персоналок до высокопроизводительных рабочих станций. Установка программы Acrobat Reader приводит также к дополнительной возможности — установке специального plug-in для просмотра PDF документов в окне Internet Explorer или Netscape Navigator. Для создания PDF документов следует использовать программу Acrobat Distiller или Acrobat PDFWriter, которые входят в состав коммерческого продукта Adobe Acrobat (стоимость порядка \$250).

Формат **HTML**, несмотря на то, что он является “родным” для Internet, обладает целым рядом недостатков при использовании его для создания отчетных документов в приложениях SCAD Office. В частности, HTML документы получаются достаточно объемными и, кроме того, отчет, содержащий графические иллюстрации, размещается в нескольких файлах, что затрудняет передачу такого документа в электронном виде третьим лицам. Кроме того, для редактирования HTML-файлов следует использовать специальные редакторы, которые распространены и знакомы пользователям значительно меньше текстовых процессоров типа MS Word. Таким образом, если возникает необходимость публикации отчетов SCAD в Internet, оптимальным, по нашему мнению, является формат PDF.



Прогноз времени счета

При выполнении расчетов больших задач с использованием SCAD часто возникают вопросы об ориентировочном времени, которое потребуется для полного решения задачи. К сожалению, сделать подобный прогноз, как правило, невозможно. Это связано со следующими факторами:

- Операционная система MS Window является многозадачной, поэтому время расчета зависит от того, какие задачи пользователь решал “параллельно”.
- Некоторые виды расчетов (например, определение собственных частот и форм, анализ устойчивости) основаны на итерационных алгоритмах и заранее неизвестно, сколько итераций потребуется для достижения требуемой точности.
- В процессе расчетов выполняется множество операций обмена с жестким диском, а скорость этих операций зависит от “фрагментации”, то есть от расположения файлов на диске (и не только файлов, которые создает SCAD).

Тем не менее ответ на другой вопрос — насколько изменится скорость счета при смене компьютера — можно оценить. Дело в том, что наибольшее время при работе SCAD тратится на решение систем линейных уравнений, то есть выполнение операций следующего типа

$$A = B + C * D, \quad (1)$$

где A,B,C,D — числа с плавающей запятой.

Ниже приведены данные, собранные Владимиром Галушко (см. <http://field.hypermart.net/CPU/cpu.htm>) относительно времени решения одной системы линейных уравнений на различных ЭВМ

Hardware (Software)	сек
AMD Athlon 1200 (COMPAQ FORTRAN v6.1)	0.43
Intel Pentium 4/1400 (INTEL FORTRAN v5.0)	0.55
AMD Duron 600(800) (COMPAQ FORTRAN V6.5)	0.62
Intel Pentium III/800 (INTEL FORTRAN v4.5)	0.71
Intel Pentium III/800 (COMPAQ FORTRAN v6.1A)	0.86
Intel Pentium III/800 (WATCOM FORTRAN v10.5)	0.87
Intel Pentium 111/750(787) (WATCOM FORTRAN v10.5)	0.88
Intel Pentium III/750 (WATCOM FORTRAN v10.5)	0.94
Intel Celeron/566 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.16
Intel Pentium III/600 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.21
Intel Pentium III/500 (INTEL FORTRAN v4.5)	1.22
Intel Celeron/500 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.37
Intel Pentium III/500 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.43
Intel Pentium III/500 (COMPAQ FORTRAN v6.1A)	1.45
Intel Celeron/500 (Digital Visual Fortran 6.0)	1.64
Intel Celeron/433 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.64
Intel Pentium 11/450 (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.68
Intel Pentium 11/333(416) (WATCOM FORTRAN v10.5)	1.93
Intel Pentium 11/350 (WATCOM FORTRAN v10.5)	2.09
Intel Celeron 300A (WATCOM FORTRAN v10.5)	2.69
AMD K6-2/450 (GNU Fortran 0.5.24-19980804, Linux 2.2.10)	3.61
Intel Pentium Pro/200 (WATCOM FORTRAN v10.5)	3.80
Intel Pentium with MMX/200 (WATCOM FORTRAN v10.5)	6.32
Intel Pentium with MMX/166 (WATCOM FORTRAN v10.5)	6.67
Challenge L/150 2MIPS R4400 (f77, IRIX rel. 5.2 IP 12)	8.32
Intel Pentium/133 (WATCOM FORTRAN v9.5)	9.22
DEC AXP Alpha 21064/200 (Fortran)	10.53
Intel Pentium/100 (WATCOM FORTRAN v9.5)	11.15
HP Apollo 9000 720	12.00
Intel Pentium/90 (WATCOM FORTRAN v9.5)	12.41
IBM RISC/6000-55	14.00
SPARCstation 20 superSPARC/50	14.50
IBM RISC/6000-550/40	14.74
IBM 3090J (vec)	14.78
IBM RS/6000 250 PowerPC/66 (IBM AIX XLF FORTRAN v2.3)	15.10
IBM RS/6000 250 PowerPC/66 (IBM AIX XLF FORTRAN v2.2)	15.76
Intel Pentium/100 (GNU Fortran 0.5.24-19980804, Linux 2.2.10)	15.77
IBM 3090J (seal)	15.90
SuperSPARC/50	16.00
Intel Pentium/90 (Microsoft Fortran PowerStation v 1.0)	16.48

IBM RISC/6000-53H	17.19
Intel Pentium/60 (WATCOM FORTRAN v9.5)	18.57
IBM RISC/6000-540/33	20.14
Intel Pentium/90 (NDP FORTRAN 386 v. 2.1)	20.82
IBM RISC/6000-530/25	24.17
Integraph InterServe 2400 C400	24.58
SLM106 Intel 860XR/40	26.00
TTM 110 Intel 860XR/40	26.00
Intel Pentium/66 (NDP FORTRAN 386 v. 2.1)	27.79
16 x T800/25 (3L FORTRAN v. 2.0)	28.00
TTM 100 Intel 860/40	30.00
IBM RISC/6000-320/20	30.54
Intel Pentium/60 (NDP FORTRAN 386 v. 2.1)	30.59
Intel 486DX4/100 (WATCOM FORTRAN v 9.5)	34.33
Intel Pentium/90 (Microsoft Fortran v. 5.1)	36.25
CDC 4360/25	38.00
Number Smasher-Intel 860/33 (NDP FORTRAN 860 v 4.0a)	39.85
Number Smasher-Intel 860/33 (NDP FORTRAN 860 v 4.0b)	40.27
Intel 486DX2/66 (WATCOM FORTRAN v 9.5)	45.31
Intel 486DX2/66 (Microsoft Fortran PowerStation v 1.0)	49.59
EC 2706	51.00
Intel 486DX2/66 (NDP Fortran 386 v 2.1)	52.00
sparc/2 (f77 SCO.O 02/02/90, SunOS 4.1)	51.66
Intel 486DX2/66 (NDP Fortran 486 v 4.2)	55.00
Number Smasher-Intel 860/33 (NDP FORTRAN 860 v 3.8 UNIX)	56.00
Intel 486DX2/66 (Salford FTN77 v 2.7)	58.00
5 x T800/25 (3L FORTRAN v. 2.0)	68.00
5 x T800/25 (3L FORTRAN v. 2.1)	71.00
Integraph InterServe 2000 C300	76.37
Sun SPARC2station/40 without optimization	81.00
4 x T800/25 (3L FORTRAN v. 2.0)	86.00
NeXT 68040/33	88.00
Intel 486/33 (NDP FORTRAN 386 v2.1)	100.00
Data General Avion AV4100 M88100/25 (C GCC)	108.00
4 x T800/20 (3L FORTRAN v. 2.0)	117.00
EC 1066	126.00
Data General Avion AV4100 M88100/20 (C GCC)	141.00
ELBROOS1K2	147.00
3 x T800/20 (3L FORTRAN v. 2.0)	151.00
VAX 8550 (Fortran)	155.60
COMPAQ/33w	156.61
Intel 486/33 (Microsoft Fortran 5.0)	161.00
EC 1065	170.00
SPARC1	176.46
2 x T800/20 (3L FORTRAN v. 2.0)	213.00
AMD 386DX/40 with I1T 387/33	255.00
VAX 3550	260.00
VAX 3600	271.00
T800/25 monputer (3L FORTRAN v. 2.0)	271.00
Sunlogix Super386/33 (NDP FORTRAN v2.1)	288.74
Intel 386/25 w WEITEK 3167(NDP FORTRAN 386 v 2.1)	291.05
M321 Intel 386/33 (NDP FORTRAN 386 v 2.1)	314.00
1 x T800/25 (3L FORTRAN v. 2.0)	323.00
Intel 386/25 w WEITEK 3167(Lahey F77L-EM/32 V3)	340.54
T800/20 monputer (3L FORTRAN v. 2.0)	342.64
Intel 386/25 w WEITEK 3167 (NDP FORTRAN v 3.0)	343.00
EC 1061	357.00
Intel 386/25 w WEITEK 3167 (FTN77/486 v 2.67)	365.38
MOTOROLA 68030/33 (SVS FORTRAN v2.8)	407.00
Intel 386/25 w 387 (NDP FORTRAN v 2.1)	437.00
Intel 386/20 w WEITEK 1167	446.00
IBM PS/2-80/25 (NDP FORTRAN v2,1)	472.00
Intel 386/25 w 387 (Lahey F77L-EM/32 V 3.0)	480.03
Intel 386/25 w 387 (NDP FORTRAN v 3.0)	496.00
1 x T800/20 (Occam)	535.00
EC 1046	554.00



IBM PS/2-80/25 (FTN77 v 2.51)	586.00
Intel 386/20 w 387 (NDP FORTRAN v 1.4)	595.00
VAX 11/780	667.00
Intel 386/25 w 387 (Microsoft FORTRAN 4.01)	712.00
IBM 4331	740.00
MOTOROLA 68020/20 (SVS FORTRAN v2.8)	748.00
BESM-6	760.00
EC 1045	780.00
Intel 386/20 w 387 (Microsoft FORTRAN 5.0)	845.00

Несомненно, представляют интерес данные, собранные за много лет профессором Э.Вильсоном (один из основных идеологов и разработчиков программ SAP, SAP2000, ...) (см. http://www.csiberkeley.com/Tech_Info/h.pdf).

Год	Компьютер или CPU	Операций (типа (1)) в секунду	Относительная скорость
1963	CDC-6400	50,000	1.0
1967	CDC-6600	100,000	2.0
1974	CRAY-1	3,000,000	60
1980	VAX-780	60,000	1.2
1981	IBM-3090	20,000,000	400
1981	CRAY-XMP	40,000,000	800
1990	DEC-5000	3,500,000	70
1994	Pentium-90	3,500,000	70
1995	Pentium-133	5,200,000	104
1995	DEC-5000 upgrade	14,000,000	280
1998	Pentium II - 333	16,500,000	330

Таким образом, “*скорость современных персональных компьютеров стоимостью менее \$2000 превышает скорость Cray Computer 1975 года стоимостью \$10,000,000*”.

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 (В. Шищенко, СахалинНИПИморнефть)

Почему усилия (реакции), действующие на фрагмент расчетной схемы при расчете на сейсмическое воздействие, не удовлетворяют условиям равновесия, а их значения намного превышают все разумные оценки.

Ответ.

Возникшее недоразумение связано с тем, что Вы пытаетесь оценить равновесие системы, для которой расчет на сейсмические воздействия выполнен по СНиП. Дело в том, что результатом расчета по этому динамическому нагружению является свертка перемещений или усилий, вызванных этими перемещениями, по всем учитываемым формам собственных колебаний. К сожалению, в соответствии со СНиП, эта процедура нелинейная и состоит в том, что суммируются квадраты результатов по каждой форме, а затем из этой суммы извлекается квадратный корень. Такую же операцию, конечно, надо было бы производить и с реакциями от фрагмента схемы при наличии в комбинации динамического нагружения, но в режиме SCAD "Нагрузки от фрагмента схемы" это не предусмотрено, и наша вина состоит в том, что в документации отсутствует соответствующее предупреждение. Практически можно поступить следующим образом. В расчетную схему можно ввести элементы-стерженьки, УСИЛИЯ в которых равны интересующим Вас реакциям (так, как это рисуют в учебниках по строительной механике при указании опорных креплений). Поскольку, в отличие от реакций на фрагмент, усилия (их оценки) определяются правильно, то можно будет получить необходимую информацию. Однако, Вы должны понимать, что при любом вычислении таких реакций ВСЕ РАВНО НЕ БУДЕТ РАВНОВЕСИЯ. Это связано с тем, что полученные по правилу "корень из суммы квадратов" усилия в отдельных сечениях и перемещения отдельных точек, которые возникают в процессе сейсмических колебаний, СООТВЕТСТВУЮТ РАЗЛИЧНЫМ МОМЕНТАМ ВРЕМЕНИ. Фактически в каждой точке определяется независимая от других точек оценка максимума усилия или перемещения и при этом не учитывается знак усилия. Отсутствие равновесия можно иногда наблюдать даже при анализе эпюры внутренних усилий.

2. Вопрос (С.Ю.Решетников. Краснодарпроект)

По каким причинам нельзя выполнять в Кристалл-Eurocode-3 такие расчеты, например вертикальных связей для одноэтажных зданий и сооружений (число этажей $n=1$), а также горизонтальных связей (число панелей $n=1$). При заполнении исходных данных на проведение расчетов программа информирует о вводимых ошибочных данных.

Ответ.

Расчеты связей по Еврокоду ориентированы на то, чтобы учесть дополнительные усилия, возникающие в системе связей от непрямолинейности поясов ферм (горизонтальные связи) и переломов колонн в уровне этажей (вертикальные связи). Эти эффекты не возникают в случае одноэтажных зданий ($n = 1$) и в случае фермы из одной панели ($m = 1$). Поэтому такие параметры считаются недопустимыми.

3. Вопрос (С.Ю.Решетников. Краснодарпроект)

Программой предусматривается только шарнирное опирание балки, возможно ли смоделировать жесткое защемление на каком-либо краю балки или промежуточной опоре заданием фиктивного, очень малого пролета?

Ответ.

Смоделировать защемление на опоре можно заданием малого (примерно в 20 раз меньшего, чем рассматриваемый) фиктивного пролета.

4. Вопрос (С.Ю.Решетников, Краснодарпроект)

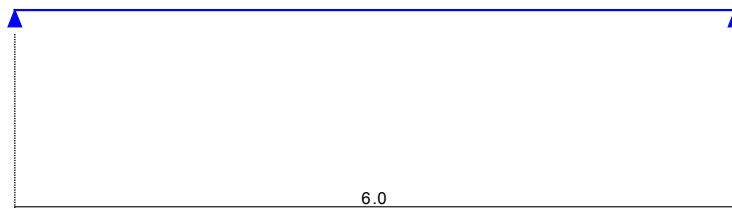
Если в программе АРБАТ рассматривать подбор арматуры в однопролетной балке длиной 6м, прямоугольного сечения с высотой 40 мм, нагруженной сосредоточенной силой в середине пролета, то при увеличении ширины сечения суммарная площадь арматуры ведет себя немонотонно (сначала происходит

увеличение площади арматуры, затем при некоторой ширине площадь арматуры падает, а при дальнейшем увеличении ширины вновь начинает расти. Как объяснить это эффект ?

Ответ.

Рассмотрим следующий пример.

Конструктивное решение



Балка разбита на 4 участка, каждый длиной 1.5 м.

Сечение — прямоугольное, высотой 40 см, расстояние до центра тяжести верхней и нижней арматуры 3 см.

Арматура

Класс продольной арматуры А-III

Класс поперечной арматуры А-I

Коэффициент условий работы продольной арматуры 1.0

Коэффициент условий работы поперечной арматуры 1.0

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В15

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия g_{b2} 1.0

Результатирующий коэффициент без g_{b2} 1.0

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения 1.0

Трещиностойкость

Категория трещиностойкости 3

Условия эксплуатации конструкции: В помещении

Режим влажности бетона: Естественная влажность

Влажность воздуха окружающей среды 40-75%

Диаметр стержней продольной арматуры 16.0 мм

Диаметр стержней поперечной арматуры 6.0 мм

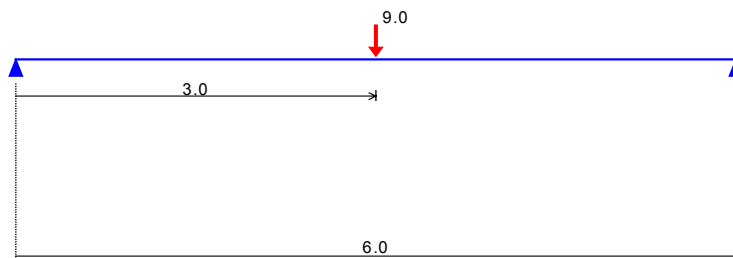
Расстояние до центра тяжести крайнего ряда стержней продольной арматуры 3.0 см

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0.4 мм

Продолжительное раскрытие 0.3 мм

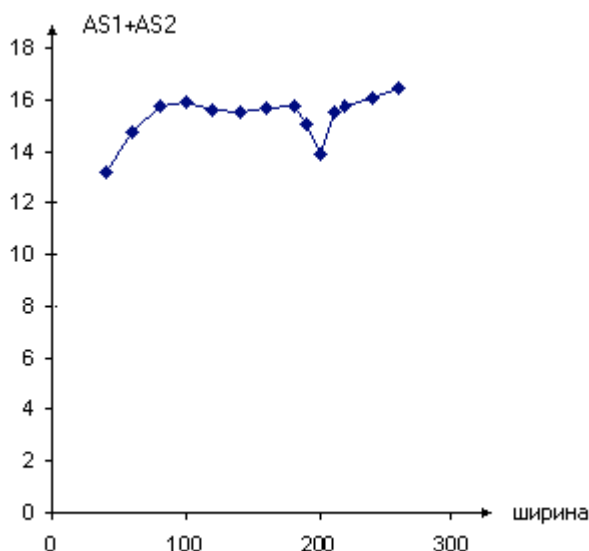
Нагрузка постоянная следующего вида



При различных значениях ширины сечения программа АРБАТ выдала следующие величины площади верхней (AS2) и нижней (AS1) арматуры (для второго участка)

Ширина (см)	40	60	80	100	120	140	160	180	190	200	210	220	240	260
AS1 (см ²)	12.451	13.65	14.285	14.027	13.385	12.935	12.699	12.41	11.49	10.12 7	11.629	11.613	11.58 6	11.564
AS2 (см ²)	0.747	1.121	1.495	1.868	2.242	2.616	2.99	3.363	3.55	3.737	3.924	4.111	4.484	4.858
AS1+AS2 (см ²)	13.198	14.771	15.78	15.895	15.627	15.551	15.689	15.77	15.05	13.86 4	15.553	15.724	16.07	16.422

График изменения параметра AS1+AS2 приведен ниже



Полученные результаты объясняются следующим образом. Рост величины AS2 определяется тем, что в соответствии с таблицей 38 СНиП 2.03.01-84*, была использована конструктивная арматура, площадь которой растет при увеличении ширины сечения. Уменьшение AS1+AS2 при ширине порядка 200 см связано с тем, что при данной ширине прекращается образование трещин (то есть при ширине сечения до 200 см на подобранную площадь арматуры влияло не только условие прочности, но и ограничение на ширину раскрытия трещин), а дальнейший рост этого параметра определен тем, что сечение становится слабоармированным и, согласно п. 1.19 СНиП 2.03.01-84*, площадь арматуры следует увеличить на 15%.

Мы ждем Ваших предложений, вопросов и пожеланий