

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. СИСТЕМА SCAD OFFICE	5
1.1. Вычислительный комплекс Structure CAD	6
Проект	6
Функциональные модули	7
Процессор и библиотека конечных элементов.....	7
Графические средства формирования расчетной схемы	9
Укрупненные расчетные модели и связь с другими системами	9
Группы	10
Фильтры	11
Графический постпроцессор	11
Документирование результатов.....	11
1.2. Проектно-аналитические программы	12
Программа КРИСТАЛЛ	12
Программа КАМИН	13
Программа АРБАТ	13
1.3. Проектно-конструкторские программы	14
Программа МОНОЛИТ	14
Программа КОМЕТА.....	15
1.4. Вспомогательные программы	15
Программа Конструктор сечений.....	15
Программа КОНСУЛ.....	16
Программа ТОНУС.....	16
Программа СЕЗАМ.....	16
Программа ВЕСТ	16
Программа КРОСС	17
Литература к главе 1	18
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ	19
2.1. Конструкция и ее расчетная схема.....	19
Общие сведения	19
Расчетная схема метода перемещений.....	20
Основные и дополнительные неизвестные	22
Внешние и внутренние связи	23
Условия сопряжения элементов с узлами системы	24
Группы, подсхемы, суперэлементы.....	25
Нагрузки и воздействия	25
2.2. Основные соотношения метода конечных элементов	26
Линейная статическая задача	26
Учет дополнительных связей.....	28
Динамическая задача	29
2.3. Решение систем уравнений.....	31
2.4. Стандартные случаи динамического нагружения.....	32
Ветровая нагрузка	33
Сейсмика.....	34
Импульсные нагрузки.....	34
Гармоническое возбуждение	35
Расчет по акселерограмме	35
2.5. Устойчивость равновесия	36
Разрешающие уравнения.....	36
Однопараметрическое нагружение	36
Роль отдельных подсистем.....	37
2.6. Расчетные сочетания усилий (PCY).....	39
Стержни	39
Мембраны (плоское напряженное состояние).....	39
Плиты	40
Оболочки.....	40

Объемные элементы.....	40
Загружения.....	41
2.7. Построение конечноэлементных моделей.....	41
Сходимость МКЭ.....	41
Проверка сходимости для некоторых моделей.....	44
Обход особых точек.....	47
Фрагментация.....	47
Парирование изменяемости.....	48
Стыковка элементов различной размерности.....	50
Эффекты объединения перемещений.....	53
Использование законтурных элементов упругого основания.....	54
Использование бесконечно жестких вставок.....	55
Литература к главе 2.....	58
3. БИБЛИОТЕКА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	61
3.1. Общие вопросы.....	61
3.2. Состав библиотеки конечных элементов.....	62
3.3. Стержневые элементы.....	65
Местные системы координат стержня.....	65
Общее описание стержневых конечных элементов.....	69
Виды стержневых конечных элементов.....	70
Особенности задания исходной информации для стержневых конечных элементов.....	71
Нагрузки на стержневые элементы.....	75
3.4. Плоские конечные элементы для расчета балок-стенок, тонких плит и пологих оболочек.....	77
Класс решаемых задач.....	77
Материал конструкций.....	78
Пластины Рейсснера-Мидлина.....	79
Учет упругого основания.....	80
Местные системы координат.....	80
Виды плоских конечных элементов.....	81
Гибридные плоские конечные элементы.....	84
Особенности задания исходной информации для плоских конечных элементов.....	84
Нагрузки на плоские конечные элементы.....	85
3.5. Конечные элементы для решения пространственной задачи теории упругости (объемные элементы).....	91
Общие сведения.....	91
Местные системы координат.....	91
Набор конечных элементов.....	92
Особенности задания исходной информации для объемных конечных элементов.....	92
Нагрузки на объемные конечные элементы.....	93
3.6. Универсальные конечные элементы для решения осесимметричной задачи теории упругости.....	95
Общие сведения.....	95
Набор конечных элементов.....	97
Особенности задания исходной информации для осесимметричных конечных элементов.....	97
Местные нагрузки.....	97
3.7. Конечные элементы для расчета кусочно-неоднородных по толщине (многослойных) пластин и пологих оболочек.....	100
Назначение конечных элементов.....	100
Исходные соотношения модели, учитывающей поперечный сдвиг, обжатие слоев и кривизну.....	101
Исходные соотношения модели, учитывающей межслойные сдвиги и кривизну.....	103
Многослойные элементы в составе библиотеки КЭ.....	104
Особенности задания исходной информации для многослойных конечных элементов.....	106
Местные нагрузки.....	106
3.8. Специальные конечные элементы.....	106
«Нуль-элемент» общего вида (тип КЭ — 154).....	107
КЭ, моделирующий связи конечной жесткости (тип КЭ — 51).....	108
Законтурный двухузловой КЭ упругого основания (тип КЭ — 53).....	109
Законтурный одноузловой КЭ упругого основания (тип КЭ — 54).....	109
КЭ, моделирующий упругую связь между узлами (тип КЭ — 55).....	109

Псевдоэлемент, предназначенный для моделирования элементов, исключенных из расчетной схемы (тип КЭ — 200).....	110
Литература к главе 3.....	110
4. STRUCTURE CAD «НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ ОРЛОВ».....	113
Мышь.....	114
Курсоры.....	114
Окна.....	114
Меню.....	114
Меню препроцессора и постпроцессора.....	116
Диалоговые окна.....	117
Фильтры.....	117
Пиктограммы.....	118
Загрузка комплекса.....	120
4.1.Создание нового проекта.....	121
Раздел «Управление» инструментальной панели препроцессора.....	122
4.2.Синтез расчетной схемы, расчет и анализ результатов.....	123
Ввод параметров расчетной схемы.....	123
Работа с таблицами.....	124
Ввод жесткостных характеристик элементов.....	125
Назначение типов конечных элементов.....	125
Генерация схемы.....	126
Выбор элементов.....	126
Задание нагрузок.....	127
Подготовка расчетной схемы к вводу нового загрузки.....	129
4.3.Экспресс контроль исходной схемы.....	129
Расчет.....	131
Графический анализ результатов расчета.....	132
Печать результатов.....	133
4.4.Подготовка исходных данных для расчета на ветровые пульсационные воздействия.....	134
Работа со страницей Пульсационная составляющая ветровой нагрузки.....	135
4.5.ТАКИМ ОБРАЗОМ.....	136
5. СОЗДАНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ.....	139
5.1.Расчетные схемы стержневых конструкций.....	140
Пространственные многопролетные многоэтажные рамы.....	140
Пространственные одноэтажные рамы.....	141
Формирование плоских шарнирно-стержневых систем.....	143
Формирование расчетной схемы балочного ростверка.....	143
Создание схемы, используемой в качестве подконструкции.....	144
Стержневые системы.....	144
5.2.Расчетные схемы конструкций из пластинчатых элементов.....	146
Формирование прямоугольной сетки конечных элементов на плоскости.....	146
Формирование произвольной сетки конечных элементов на плоскости.....	148
Преобразование стержней в контур триангуляции.....	150
Триангуляция контурных элементов.....	150
Сгущение сетки.....	151
Триангуляция ортогональных областей.....	152
Параметры триангуляции.....	152
Некоторые «тонкости».....	153
5.3.Поверхности вращения.....	154
Вычисление радиуса по хорде.....	154
Цилиндр.....	155
Конус.....	155
Сфера.....	156
Тор.....	157
5.4.Формирование поверхности вращения, заданной аналитически.....	157
Правила ввода математических формул.....	160
5.5.Формирование поверхности, заданной аналитически.....	160
5.6.Формирование поверхностей, заданных параметрически.....	161

Примеры формирования поверхностей.....	162
5.7.Сборка схемы из нескольких схем.....	164
Сборка с группами элементов.....	166
Способы сборки.....	166
Правила выполнения сборки.....	167
Работа с нагрузками.....	167
Окно подсхемы.....	168
Сборка схем, имеющих разные единицы измерения длины.....	168
5.8.Копирование расчетной схемы.....	169
5.9.Копирование фрагмента схемы.....	171
5.10.Формирование расчетных схем из объемных элементов.....	171
5.11.Геометрические преобразования.....	172
Перенос.....	173
Поворот вокруг заданной оси.....	173
Масштабирование вдоль заданной прямой.....	173
Масштабирование в заданной плоскости.....	173
Зеркальное отражение по заданной оси.....	174
Масштабирование (полное).....	174
Примеры выполнения геометрических преобразований.....	175
5.12.Задание сетки координационных (разбивочных) осей.....	177
5.13.Ввод схемы на сетке координационных осей.....	178
5.14.Графический редактор.....	179
Меню.....	180
Настройка редактора.....	182
Ввод графических объектов.....	184
Редактирование объектов.....	188
6. ПРЕПРОЦЕССОР ФОРУМ.....	193
6.1.Общие принципы создания модели.....	193
Меню.....	194
Инструментальная панель.....	195
Нагрузки.....	199
Фильтры.....	199
Управление визуализацией.....	200
Диалоговые окна.....	201
Курсоры.....	201
6.2.Структура модели.....	202
Узлы.....	203
Блоки.....	203
Элементы.....	203
6.3.Создание новой модели.....	203
Новый проект.....	204
Координационные оси.....	204
Генерация узлов на сетке координационных осей.....	205
Создание нового блока.....	206
Ввод элементов.....	206
Копирование блоков и элементов.....	209
Перенос элементов из одного блока в другой.....	210
6.4.Операции с узлами.....	211
Генерация узлов на сетке координационных осей.....	211
Удаление узлов.....	211
Восстановление удаленных узлов.....	211
Ввод узлов на заданном расстоянии от выбранных.....	211
Генерация узлов по дуге.....	211
Ввод дополнительных узлов между существующими узлами.....	211
Перенос узлов в заданном направлении.....	212
Перенос узлов.....	213
Сведение совпадающих узлов.....	213
Табличный ввод и корректировка узлов.....	214

Перенос начала общей системы координат	214
Геометрические преобразования	214
Округление координат узлов	214
6.5. Операции с элементами	215
Удаление элементов	215
Сведение совпадающих элементов	217
Перенос элементов	217
Задание ориентации местных осей элементов	218
Изменение жесткостных характеристик пластинчатых элементов	218
Изменение жесткостных характеристик стержневых элементов	218
Дробление стержней в точке пересечения	219
Сведение стен и перекрытий	219
Корректировка проемов	219
Продлить стержень до пластины	220
Дробление пластин по линии пересечения	220
Объединение пластин	221
Создание поверхностей вращения	222
6.6. Дерево проекта	223
Панель управления	224
Просмотр и корректировка параметров элементов	224
Корректировка геометрии элементов	225
6.7. Фильтры отображения	233
Показать/скрыть дерево проекта	233
Информация об узле	233
Информация об элементе	233
Показать номера узлов и элементов	234
Расстояние между узлами	234
Показать узлы	234
Показать координационные оси	234
Показать начало общей системы координат	235
Диалоговое окно настройки фильтров	235
Сброс настроек фильтров в исходное состояние	236
Сброс отметок	236
6.8. Управление визуализацией	236
Фрагментация на координационных осях	237
6.9. Экспорт модели в SCAD	237
Генерация конечноэлементной модели	238
Диалоговое окно Результаты генерации	239
6.10. Связь с архитектурными и графическими системами	240
ArchiCAD	241
ALLPLAN	242
МАЭСТРО	242
Architectural Desktop	243
MicroStation Structure for TriForma	243
6.11. Настройка препроцессора ФОРУМ	243
Настройка экранных шрифтов	243
Настройка шрифтов шапки печати	244
Настройка цветовой схемы	244
Параметры работы	244
Настройка фильтров отображения	245
Назначение шрифта закладок	245
Назначение рабочих директорий	245
Каталоги металлопроката	245
6.12. Пример создания модели в препроцессоре ФОРУМ	245
7. ОПЕРАЦИИ С УЗЛАМИ И ЭЛЕМЕНТАМИ	251
7.1. Выбор узлов и элементов	251
7.2. Операции с узлами	253
Ввод узлов	254

Удаление узлов	254
Восстановление удаленных узлов.....	255
Ввод дополнительных узлов между узлами.....	255
Перенос узлов	256
Объединение узлов с совпадающими координатами.....	257
Генерация узлов по дуге	257
Перенос начала координат.....	257
Ввод узлов на заданном расстоянии от выбранных	258
Замена узла в элементах	258
Отметка (выбор) узлов	259
Ввод узлов в точках пересечения координатных осей	259
Генерация образующей по формуле	260
Перенос узлов в заданную плоскость	260
7.3.Операции с элементами.....	261
Добавление пластин	262
Добавление стержней.....	262
Добавление объемных элементов	263
Удаление элементов	263
Восстановление удаленных элементов.....	263
Добавление стержней с учетом промежуточных узлов	264
Разбивка стержня.....	264
Дробление стержней в точке пересечения	264
Ввод связей конечной жесткости.....	265
Ввод упругих связей.....	265
Ввод нуль-элемента.....	265
Ввод законтурных элементов плиты	266
Объединение двух стержневых элементов	267
Ввод стержней по дуге окружности	267
Выбор элементов	267
Объединение совпадающих элементов	267
Дробление четырехузловых пластин.....	268
Дробление четырехузловых пластин на трехузловые.....	268
Дробление трехузловых пластин	269
Разделение элементов	269
Присоединение дополнительных узлов к элементам.....	270
Дробление стержней с учетом промежуточных узлов.....	270
Сдвиг элементов	270
Отсоединение дополнительных узлов от элементов.....	271
Ввод вантовых элементов.....	271
Задание односторонних связей	272
Объединение трехузловых элементов	273
Построение стержней, перпендикулярных выбранному	273
Копирование свойств элементов.....	273
7.4.Группы узлов и элементов	274
Создание групп	275
Корректировка группы.....	275
Выбор группы	276
8. ЗАДАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ	277
8.1.Назначение жесткостных характеристик.....	278
Назначение жесткостных характеристик стержневым элементам	278
Ввод нового типа жесткости	279
Параметрические сечения.....	279
Численное описание.....	280
Работа с сортаментом металлопроката.....	280
Характеристики сечения.....	281
Численно-параметрическое описание	281
Произвольные сечения.....	281
Назначение характеристик упругого основания.....	282

Корректировка характеристик ранее заданного типа жесткости.....	283
Назначение элементам типа жесткости, заданного ранее	283
Назначение жесткостных характеристик пластинчатым элементам.....	283
Назначение жесткостных характеристик объемным элементам	284
Назначение жесткостных характеристик многослойным элементам.....	285
Назначение жесткостных характеристик осесимметричным элементам.....	285
Удаление дублирующихся типов жесткости	285
Физико-механические свойства материалов	286
8.2. Задание свойств элементов.....	287
Назначение типа элемента	287
Назначение геометрически нелинейных элементов	287
Установка или удаление абсолютно жестких вставок.....	288
Ввод и удаление шарниров	288
Назначение угла ориентации конструктивных осей сечения стержня.....	289
Назначение промежуточных сечений вычисления усилий	290
Изменение направления местной оси X_1 стержней на противоположное	290
Изменение направления местной оси Z_1 пластинчатых элементов.....	291
Напряжения вдоль заданного направления	291
8.3. Задание характеристик узлов	293
Назначение связей в узлах.....	293
Объединение перемещений.....	293
8.4. Назначение коэффициентов постели элементам расчетной схемы с помощью программы КРОСС.....	294
9. ЗАДАНИЕ СХЕМ ЗАГРУЖЕНИЙ	297
9.1. Задание статических нагрузжений	298
Автоматическое задание собственного веса.....	298
Узловые нагрузки.....	299
Задание нагрузок на группу узлов.....	300
Нагрузки на стержневые элементы	301
Нагрузки на пластины	302
Нагрузки на объемные элементы.....	303
Температурные нагрузки.....	304
9.2. Расчет на заданные перемещения	304
Нагрузки вида «заданное перемещение» (через ноль-элемент).....	304
Нагрузки вида «заданное перемещение» (через смещение связи)	305
9.3. Группы нагрузок.....	305
Задание нагрузок с использованием групп узлов и элементов	306
Сборка нагрузжений из групп нагрузок	307
Назначение коэффициентов группам нагрузок	307
9.4. Удаление нагрузок, нагрузжений и групп нагрузок.....	308
Удаление нагрузок	308
Удаление нагрузжений и групп нагрузок	309
Упаковка нагрузжений	309
9.5. Подготовка данных для расчета на динамические воздействия	309
9.6. Назначение характеристик динамических воздействий	311
Создание нового нагрузжения	311
Корректировка существующего нагрузжения	313
Сейсмическое воздействие.....	314
Пульсация ветрового потока.....	319
Импульсное или ударное воздействие	321
Модальный анализ	322
Гармонические колебания.....	322
Ввод динамических нагрузок с заданием масс.....	323
Литература к главе 9.....	324
10. УПРАВЛЕНИЕ ОТОБРАЖЕНИЕМ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ	327
10.1. Функции инструментальной панели Визуализация	327
Поворот схемы	327
Назначение шага поворота.....	328
Непрерывное вращение схемы	328

Проецирование схемы на координатную плоскость	328
Выделение плоского фрагмента	328
Выделение фрагмента с помощью рамки	329
Отсечение на проекциях	330
Фрагментация на координационных (разбивочных) осях	331
Операции UNDO и REDO в режимах фрагментации расчетной схемы	331
Увеличение изображения	331
Полноэкранный режим работы	332
Изменение масштаба изображения	332
Настройка инструментальной панели Визуализация	332
10.2. Отображение информации на расчетной схеме	333
Общие замечания по отображению информации на схеме	333
Отображение информации об узлах	336
Отображение информации об элементах	340
Отображение нагрузок, масс и заданных смещений	348
Отображение осей общей системы координат	352
Отображение координационных осей	353
Отображение размерных линий	353
Удаление линий невидимого контура	354
Цветовая индикация групп узлов и элементов	355
Отображение групп конструктивных элементов	356
Отмена выбора узлов и элементов	356
Навигатор	356
Отображение результатов расчета	356
10.3. Презентационная графика	358
10.4. Настройка графической среды	359
10.5. Настройка цветовой палитры	363
11. УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЕТОМ	365
12. ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА	369
12.1. Общие принципы управления отображением результатов	369
Цветовая шкала	369
Настройка цветовой шкалы	371
Выбор загрузки	372
Выбор анализируемого фактора	372
Масштаб отображения	373
Вывод изолиний и изополей	373
Вывод изолиний и изополей с заданным шагом исследуемого фактора	373
Единицы измерения	374
Отображение расчетной схемы	375
12.2. Анализ деформаций	375
Специальная обработка при выдаче результатов перемещений	377
Определение координат центра масс	378
Вычисление крена конструкции	378
Вычисление крена фундаментной плиты	379
12.3. Анализ усилий в стержнях	379
12.4. Анализ усилий и напряжений в пластинчатых элементах	381
Управление отображением усилий и напряжений	381
Выборочная маркировка силовых факторов	382
Построение эпюр напряжений	383
Изополя усилий в пластинах	383
Единицы измерений	384
12.5. Анализ результатов работы постпроцессоров	385
Анализ результатов работы постпроцессора подбора арматуры	386
Экспорт результатов подбора арматуры в плите в конструирующую подсистему программы ALLPLAN	389
Анализ результатов расчета нагрузок от фрагмента схемы	390
Отображение результатов расчета главных и эквивалентных напряжений	391
12.6. Энергетический постпроцессор	392

12.7.Формирование групп элементов	393
Подготовка групп элементов для постпроцессора подбора арматуры	393
12.8.Экспорт данных в программу ФОК-ПК	393
13. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА.....	397
13.1.Генератор таблиц в текстовом формате	397
13.2.Документатор.....	400
13.3.Чтение результатов.....	403
Информация о работе процессора	403
13.4.Перемещения узлов	407
Положительные направления перемещений	407
Таблицы перемещений	407
Перемещения от комбинаций загружений.....	409
13.5.Таблицы усилий и напряжений в элементах.....	410
13.6.Напряжения и усилия	413
Усилия в стержнях	413
Плоские конечные элементы	417
Объемные конечные элементы	423
Многослойные элементы оболочки.....	425
Осесимметричные конечные элементы	426
Специальные конечные элементы	428
Реакции в узлах	429
13.7.Собственные колебания	430
13.8.Расчетные сочетания усилий (PCY).....	432
13.9.Нагрузки от фрагмента схемы.....	434
13.10.Анализ устойчивости	435
13.11.Главные и эквивалентные напряжения	437
14. ВАРИАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	439
14.1.Учет неопределенности параметров расчетной модели	439
14.2.Различия между моделями.....	439
14.3.Формирование пакета моделей	439
14.4.Расчетные сочетания усилий	440
14.5.Результаты расчета и их анализ	441
14.6.Использование вариации моделей	441
Параметры жесткости.....	441
Податливость оснований	441
Узловые соединения	442
15. КОМБИНАЦИИ ЗАГРУЖЕНИЙ.....	443
16. РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ (PCY)	445
Стержни	445
Мембраны (плоское напряженное состояние).....	446
Плиты	447
Оболочки.....	448
Логические связи между загружениями	448
Унификация	453
Группы для PCY.....	454
17. АРМИРОВАНИЕ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	457
17.1.Ограничения реализации	457
17.2.Параметры настройки	458
17.3.Общие сведения о модулях армирования	459
Модуль 1 (Стержень 2D).....	459
Модуль 2 (Стержень 3D).....	460
Модуль 11 (Плита, Оболочка).....	461
Модуль 21 (Балка-стенка)	461
17.4.Работа с постпроцессором	462
Подготовка данных	462
Подбор с ограничением	464

Другие возможности подготовки данных	465
Дополнительная информация по исходным данным	466
Расчет.....	467
Результаты расчета.....	468
17.5.Чтение результатов расчета	469
Модуль армирования 1 (Стержень 2D)	469
Модуль армирования 2 (Стержень 3D)	471
Модуль армирования 11 (Плита. Оболочка).....	471
Модуль армирования 21 (Балка-стенка).....	472
Поперечная арматура	473
Ограничение минимального армирования	473
17.6.Основные принципы подбора арматуры в конечных элементах плиты и оболочки	473
Выбор типа армирования.....	473
Проверка прочности.....	476
Определение ширины раскрытия трещин	478
Общая схема алгоритма	479
Литература к главе 17	480
18. ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ	481
18.1.Установка параметров	482
18.2.Назначение конструктивных элементов	483
18.3.Назначение групп конструктивных элементов	484
18.4.Корректировка параметров конструктивных элементов и групп конструктивных элементов	485
18.5.Назначение групп унификации.....	485
18.6.Выполнение расчета	486
18.7.О сейсмических воздействиях	488
18.8.Отображение результатов	488
Формирование отчета	491
Выполнение подбора сечений	491
Информация о результатах подбора	493
19. РАСЧЕТ НАГРУЗОК ОТ ФРАГМЕНТА СХЕМЫ	495
19.1.Ввод исходных данных	496
19.2.Описание фрагментов.....	497
20. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ.....	499
20.1.Постановка задачи	499
20.2.Поиск коэффициента запаса устойчивости	500
20.3.Форма потери устойчивости	500
20.4.Свободные длины	501
20.5.Свободные длины и коэффициенты расчетной длины.....	502
20.6.СНиП II-23-81* и анализ устойчивости стержней	502
20.7.Ввод данных	503
Литература к главе 20	504
21. ГЛАВНЫЕ И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	505
21.1.Главные напряжения для конечных элементов различных типов.....	506
Пространственная задача теории упругости.....	507
Элементы балки-стенки	507
Плиты и оболочки	507
Стержневые элементы	508
21.2.Вычисление эквивалентных напряжений	509
Подготовка данных для расчета главных и эквивалентных напряжений	510
22. НЕЛИНЕЙНЫЕ РАСЧЕТЫ В СИСТЕМЕ SCAD	511
22.1.Общие сведения	511
22.2.Геометрическая нелинейность.....	512
22.3.Вантовые элементы	513
22.4.Односторонние связи.....	516
22.5.Управление нелинейным расчетом	517
Литература к главе 22	520

23.	АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	521
23.1.	Общие положения	521
23.2.	Подготовка исходных данных	522
23.3.	Результаты расчета	523
	Печать графиков.....	523
	Вид графика.....	524
	3D представление.....	524
	Легенды, надписи и сетка.....	525
	Свойства графиков.....	525
24.	СПЕКТРЫ ОТВЕТА.....	527
24.1.	Расчет на сейсмические воздействия.....	527
24.2.	Поэтажные акселерограммы и спектры ответа.....	528
24.3.	Ввод данных и анализ результатов	529
24.4.	Подготовка файлов акселерограмм	530
25.	ЯЗЫК АРХИВАЦИИ ДАННЫХ.....	531
25.1.	Экспорт и импорт текстовых файлов с исходными данными	531
25.2.	Архитектура и синтаксис языка архивации	532
	Сокращение объёма исходной информации при наличии регулярностей.....	534
25.3.	Общая информация о задаче. Документ 0 «Заглавный».....	535
	Шифр задачи (строка 1).....	536
	Признак схемы (строка 2).....	536
	Системы координат (строка 3).....	537
	Вычисление усилий в промежуточных сечениях и узлах (строка 4)	538
	Управление вычислением расчетных сочетаний усилий (строка 8)	538
	Унификация сечений элементов (строка 12).....	538
	Организация групп расчетных сочетаний усилий (строка 15).....	539
	Допускаемое количество крановых и тормозных загрузений, входящих в расчетные сочетания усилий (строка 16).....	539
	Группы элементов (строки 17 и 31).....	539
	Группы узлов (строки 18 и 32).....	540
	Параметры расчета (строка 23).....	540
	Порядок нумерации степеней свободы (строка 28)	540
	Единицы измерения (строка 33)	541
	Организация расчета на динамические воздействия (строка 35).....	541
	Имена загрузений (строка 39).....	541
	Имена групп нагрузок (строка 40).....	541
25.4.	Документы, описывающие расчетную схему	541
	Документ 1. «Элементы».....	541
	Документ 2. «Условия примыкания»	542
	Документ 3. «Жесткостные характеристики»	542
	Документ 4. «Координаты».....	547
	Документ 5. «Связи».....	547
	Документ 19. «Имена сечений»	548
	Документ 20. «Имена типов жесткости»	548
	Документ 21. «Координационные оси»	548
	Документ 27. «Контур триангуляции».....	549
25.5.	Задание статических загрузений	549
	Документ 6. «Типы нагрузок»	549
	Документ 7. «Величины нагрузок»	551
	Документы 9 и 10. «Группы нагрузок».....	552
25.6.	Документы, описывающие схемы динамических загрузений.....	552
	Описание масс в документах 6 и 7	552
	Документ 15. «Характеристики динамических загрузений»	553
	Задание импульсных нагрузок.....	554
	Задание ударных нагрузок	554
	Документ 13. «Имена файлов с параметрами импульсов».....	555
25.7.	Документ 8. «Расчетные сочетания усилий»	556
25.8.	Документы для проверки и подбора сечений из стального проката.....	558

Документ 28. «Проверка и подбор сечений из стального проката»	558
Документ 29. «Унификация при подборе сечений из стального проката»	559
Документ 30. «Результаты подбора сечений из стального проката»	559
25.9. Исходные данные постпроцессоров	560
Документ 36. «Комбинации загружений»	560
Документ 37. «Устойчивость»	560
Документ 38. «Главные и эквивалентные напряжения»	560
Документ 39. «Нагрузки от фрагмента схемы»	561
Документ 53. «Армирование железобетонных элементов»	561
25.10. Специальные системы координат	561
25.11. Задание нагрузки в специальных системах координат	563
26. СЕРВИСНЫЕ ФУНКЦИИ.....	565
26.1. Смена языка	565
26.2. Каталоги металлопроката	565
26.3. Сохранение образа экрана	565
26.4. Сохранение фрагмента	566
26.5. Специальные функции раздела меню Сервис	566
Калькулятор для расчета по формулам	566
Калькулятор для преобразования единиц измерения	568
Характеристики бетона	568
Характеристики арматуры	569
Расчет коэффициентов упругого основания	569
Расчет коэффициентов деформативности основания	569
26.6. Импорт и экспорт исходных данных, подготовленных в виде текстового описания	570
26.7. Комментарии к проекту	570
26.8. Проводник SCAD (презентационная графика)	571
26.9. Просмотр сортов металлопроката	572
26.10. Редактор акселерограмм	573
Параметры настройки	574
Загрузка и корректировка акселерограммы	575
Построение графиков	576
Общие параметры	576
26.11. Редактор графика коэффициентов динамичности	576
Литература к главе 26	578
ПРИЛОЖЕНИЯ	579
Список сортов прокатных профилей	579
Импорт расчетных схем	584
Соглашение об именах файлов в рабочем каталоге вычислительного комплекса SCAD	587
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	591