



**Инструкция по использованию инструмента  
расчета напряженного состояния массива  
инженерным сеточным методом Одинцева В.Н.  
GeoMechPacket – 2.**

## 1. Структура пакета.

Пакет является расширением MS Excel. Пофайловое описание пакета находится в специальном файле **technote.html**:

- *Geomech2.xla*
- *Рабочая таблица(100x100).xls*
- *technote.html*
- *..\ Документация \*

Для работы с пакетом, его необходимо скопировать на диск в любую папку, желательно в "Мои документы". В папке с пакетом, кроме того, рекомендуется создать папку "Результаты", для сохранения результатов расчетов напряженного состояния массива горных пород в книгах MS Excel.

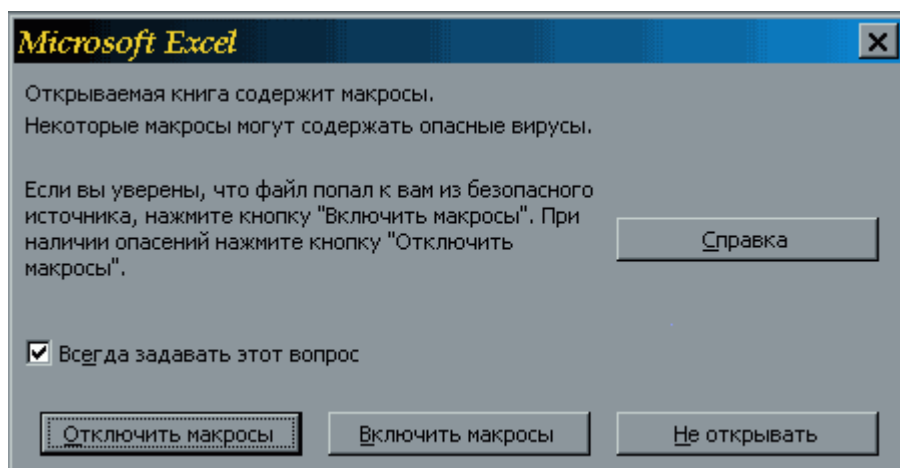


**Рис.1. Структура надстройки Geomech2.xla.**

## 2. Использование инструментов пакета (*geomech2.xla*).

Пакет включает в себя надстройку MS Excel, книгу MS Excel и документацию. Работа надстройки тестировалась на *MS Excel 97* и *MS Excel 2000*.

Инструменты пакета используют механизм VBA, который не пользуется в MS Office доверием, из-за использования этого механизма для распространения макровирусов через почтовую программу MS Outlook, и по умолчанию отключён. Например, при открытии *geomech2.xla* в MS Excel 97, появится диалоговое окно.



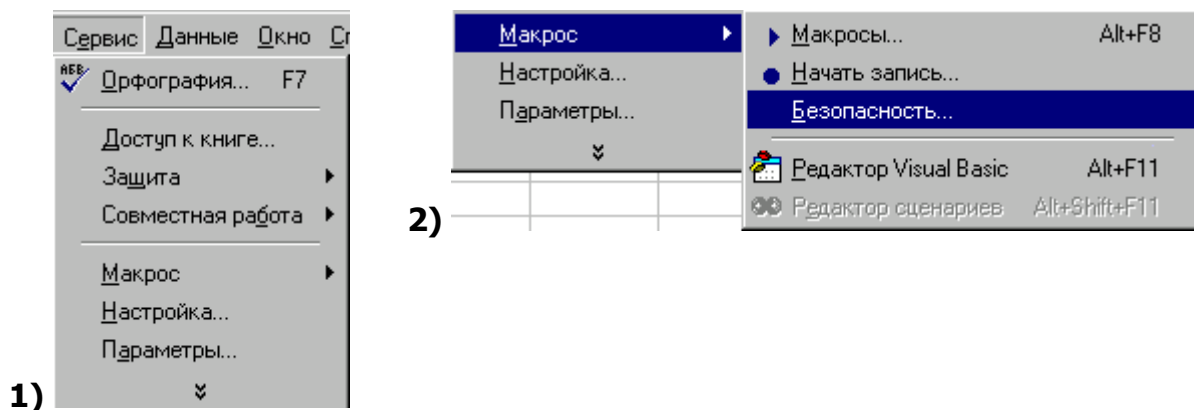
**Рис.2. Диалог отключения/включения макросов документа.**

При открытии этого файла в MS Excel 2000 и более поздних версиях, макросы надстройки будут по умолчанию проигнорированы, то есть инструменты будут недоступны.

Существование макровирусов требует особого подхода к хранению данного пакета. Изменения, которые могут произвести макровирусы в файлах пакета, исправляются многими антивирусными программами, но даже незначительное изменение *geomech2.xla* недопустимо, так как именно в этом файле находятся все инструменты этого пакета. Поэтому в пакет специально включён файл *technote.html* содержащий размеры и описание основных файлов в пакете. Храните архив пакета отдельно от распакованной версии. Если в процессе эксплуатации вы обнаружите изменение размера *geomech2.xla*, сотрите его и по новой установите из архива.

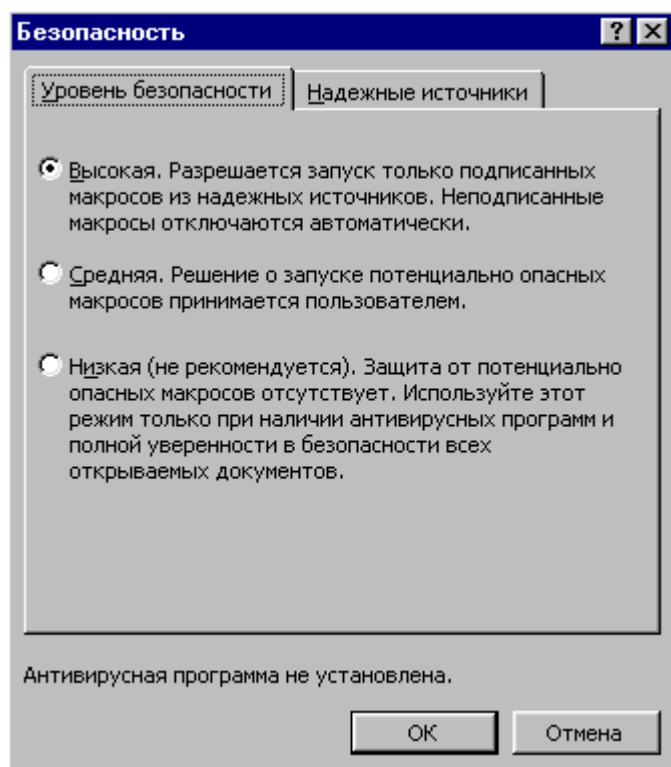
Чтобы разрешить использование инструментов данного пакета в MS Excel 97 достаточно при открытии *geomech2.xla* нажать кнопку **"Включить макросы"** в диалоге отключения/включения макросов (рис.2).

В MS Excel 2000 и более поздних версиях всё чуть-чуть сложнее. В этих версиях концепция Microsoft относительно использования механизма VBA, из-за большого количества почтовых макровирусов, изменена. По умолчанию разрешаются только макрокоманды, разработанные самой фирмой Microsoft, а все остальные игнорируются. Макросы данного пакета не являются продуктом Microsoft, а поэтому для их использования необходимо изменить настройки MS Excel. В меню **"Сервис"**... надо войти во вложенное меню **"Макрос"**...



**Рис.3. Меню "Сервис" MS Excel 2000.**

...в этом меню выбрать пункт **"Безопасность"**. Появится диалог **"Безопасность"**.



**Рис.4. Диалог "Безопасность" MS Excel 2000.**

Как видите, по умолчанию установлен **высокий уровень безопасности**, которых не допустит использование инструментов данного пакета.

**Низкий уровень безопасности** устанавливать не рекомендую, бум почтовых макровирусов ещё не прошёл.

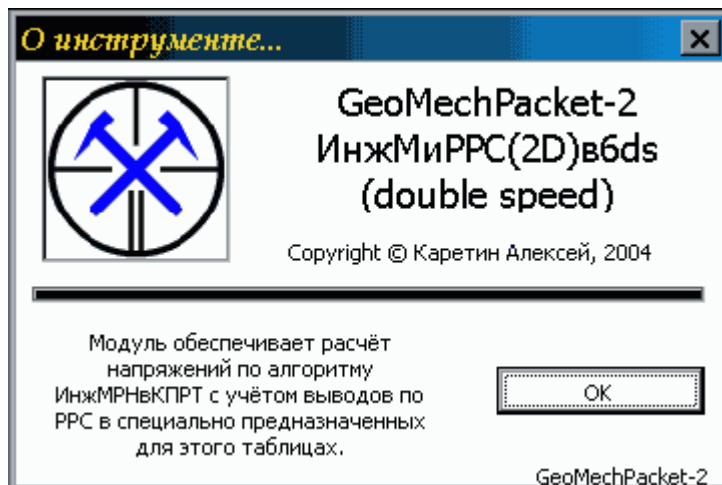
А вот **средний уровень безопасности** как раз подходит для работы с этим пакетом. Этот уровень отличается от высокого только тем, что при его установке попытка открытия любого документа, содержащего в себе макросы, приведёт к появлению диалога отключения/включения макросов, как в MS Excel 97 (рис.2).

Именно в этом и заключается снижения уровня безопасности, так как пользователь может при открытии какого-нибудь чужого документа разрешить запуск содержащегося в нём макровируса.

Разрешайте включать макросы только для проверенных документов, имеющих специальное описание (*technote*), как например для *geomech2.xla*. После установки этого уровня безопасности при открытии *geomech2.xla* появится диалог отключения/включения макросов (рис.2). Для доступа к инструментам пакета надо (после проверки размера файла согласно *technote.html*, разумеется) нажать кнопку **"Включить макросы"** в этом диалоге.

### 3. Что происходит после открытия "geomech2.xla"?

После открытия, надстройка идентифицирует себя заставкой...

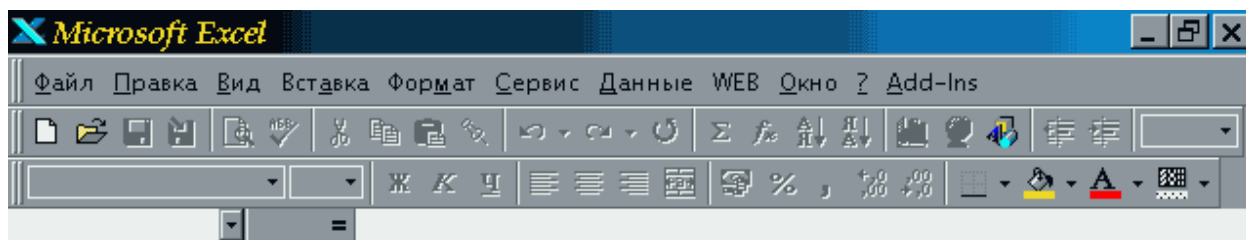


...Эта заставка исчезнет через 3 сек. после появления.

Она сообщает пользователю о том, что инструменты пакета задействованы и находятся в рабочем состоянии.

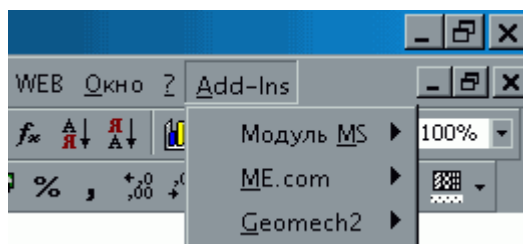
**Рис.5. Заставка надстройки GeoMechPacket-2.**

После этого изменяется меню MS Excel, в него добавляется пункт **"Add-Ins"**...



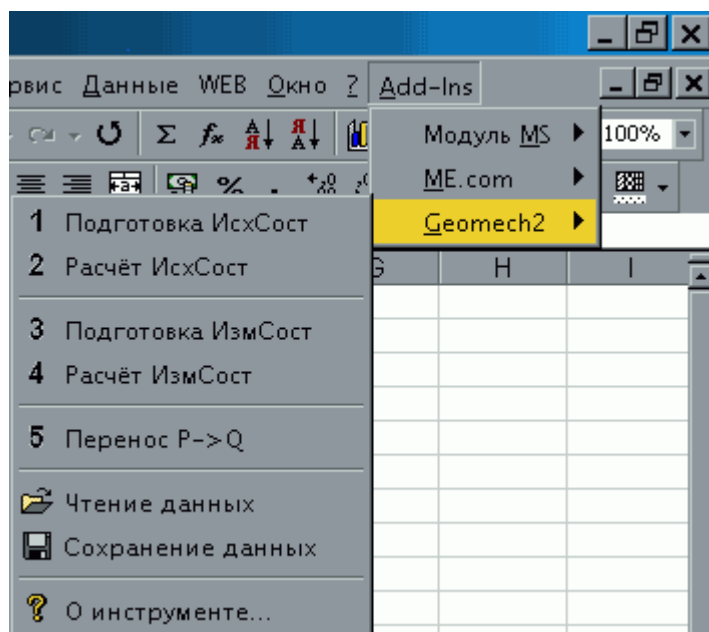
**Рис.6. Пункт "Add-Ins" в меню MS Excel.**

Это меню временное и исчезнет после выхода из MS Excel. Оно используется для хранения различных инструментов, не входящих в состав Microsoft Office. В этом меню добавится пункт **"Geomech2"**. Если у Вас не установлено никаких немайкрософтовских надстроек, то этот пункт будет единственным...



**Рис.7. Пункт "Geomech2" в меню "Add-Ins".**

...Все инструменты пакета запускаются с помощью содержимого этого пункта меню и упорядочены в последовательности выполнения расчёта...



**Рис.8. Инструменты пакета.**

...за исключением трёх последних. Все инструменты работают с книгой "Рабочая таблица(100x100).xls".

#### 4. Использование "Рабочая таблица(100x100).xls"

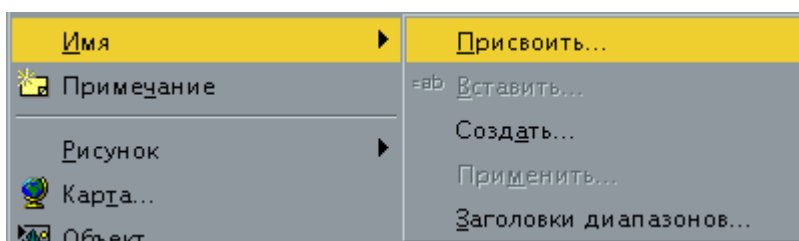
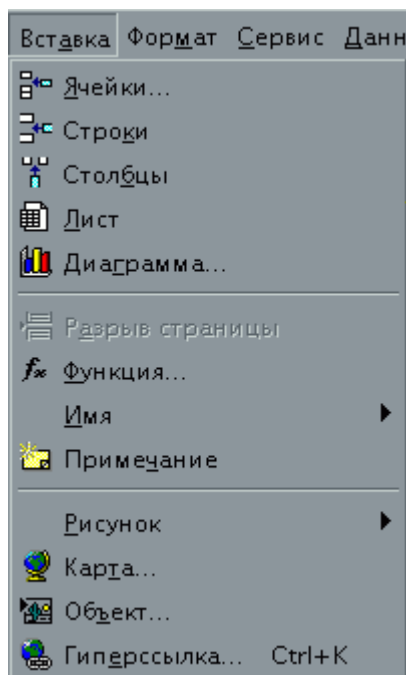
Рабочая таблица - это специальная книга-шаблон, содержащая в себе все необходимые для работы инструментов объекты (листы, имена диапазонов).

Первый лист - это идентификатор, подтверждающий, что данная книга является частью GeoMechPacket-2...

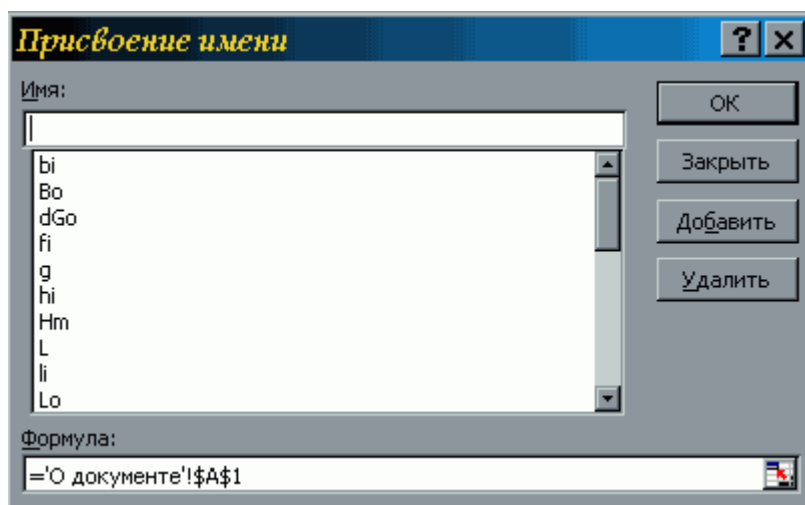


**Рис.9. Лист-идентификатор.**

...Для работы инструментов пакета названия книги и листов не имеют значения, а вот имена диапазонов и ячеек имеют. Просмотреть список используемых имён можно в меню **"Вставка"**... во вложенном меню **"Имя"**...



**Рис.10. Меню "Вставка".** **Рис.11. Вложенное меню "Имя".**



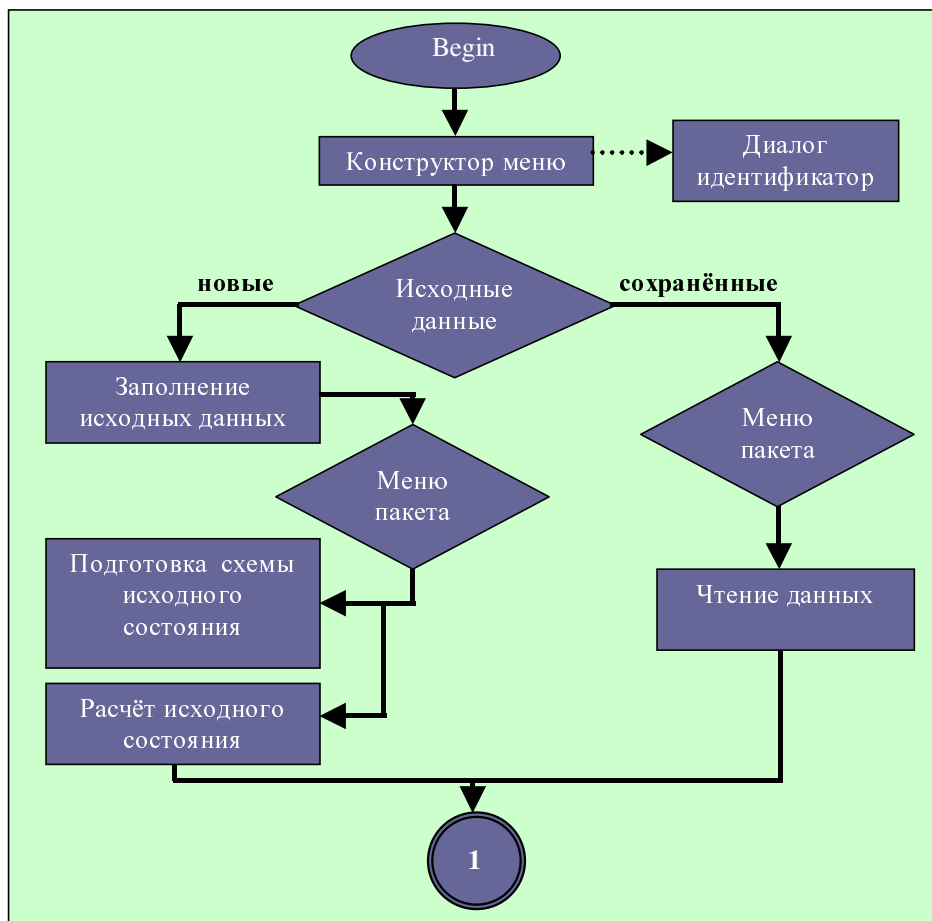
...при выборе пункта **"Присвоить"**, открывается диалог **"Присвоение имени"**... с полным списком и индексами ячеек всех используемых имён.

**Рис.12. Диалог "Присвоение имени".**

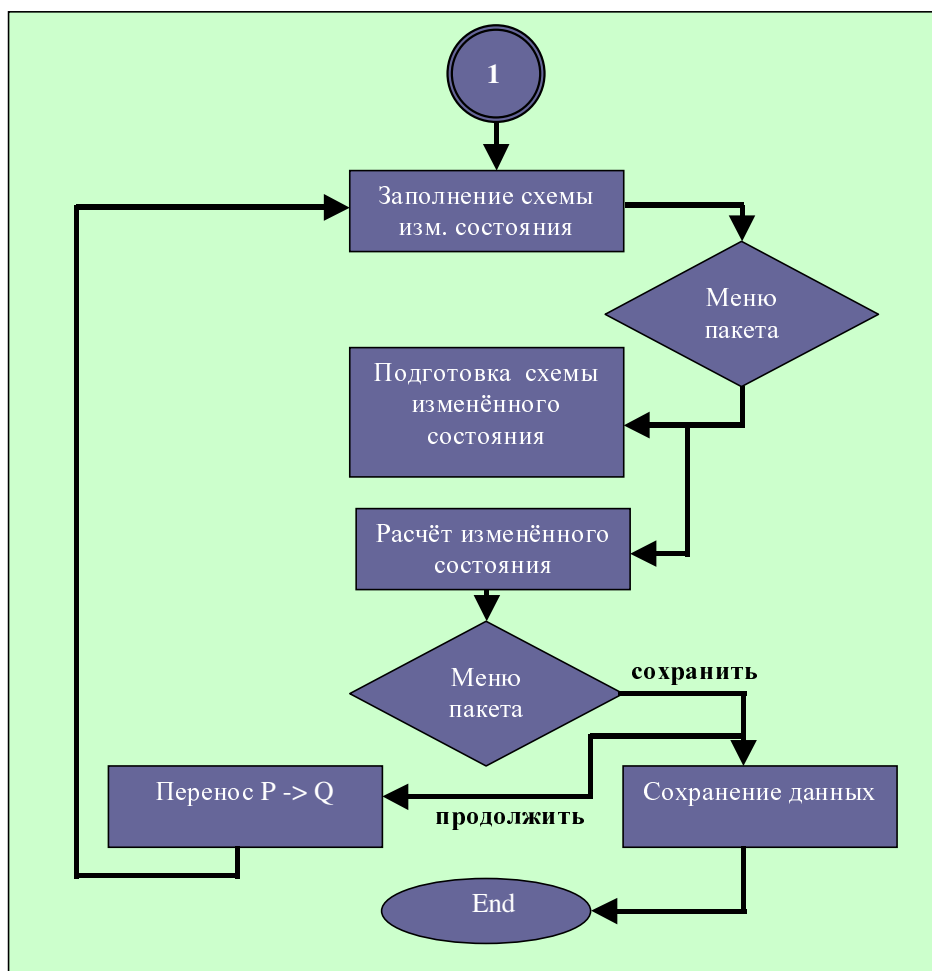
## 5. Использование пакета.

- 1) установить параметры MS Excel 2000 и более поздних версий на средний уровень безопасности;
- 2) проверить размер *"geomech2.xla"*
- 3) открыть *"Рабочая таблица(100x100).xls"*;
- 4) открыть *"geomech2.xla"* (включив при этом макросы в диалоге отключения/включения макросов);
- 5) внести исходные данные (либо взять из сохранённых книг с помощью инструмента "Чтение данных");
- 6) приступить к расчёту;
- 7) сохранить результаты (либо в Рабочей таблице, либо с помощью инструмента "Сохранение данных" в более компактной книге);
- 8) скопировать результирующие напряжения в отдельную книгу, приступить к анализу результата (построение диаграмм по отдельным профилям, сопоставление с прочностью элементов, оконтуривание зон с различным напряжённым состоянием массива...)

## 6. Работа инструментов.

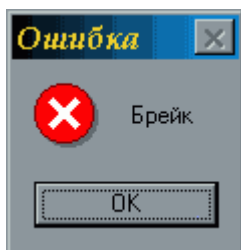


Предполагается  
отдельная  
работа с  
«Исходным  
состоянием» ...



... и с «Изменённым состоянием». Причём схема работы с изменённым состоянием направлена на многостадийный расчёт.

Инструменты в основном работают в режиме доступном для понимания пользователем, что собственно они делают.



При возникновении неразрешимой ошибки в каком-либо инструменте, он выдаст сообщение «Брейк» и прекратит свою работу.

**Рис.13. Ошибка в работе инструмента**

**А) Подготовка** - инструмент раскраски таблиц по заданной цветовой схеме. Объём данных листа одной страницы составляет  $100 \times 100 = 10\,000$  ячеек, что требует значительных затрат времени на работу с ними и повышенного внимания от пользователя. Для облегчения работы с данными предусмотрена частичная схематизация. Элементы горного массива разбиваются на классы пород и в ячейки Схем заносятся символы этих классов...



№ B			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
№ L	UB	H	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165
1	5	305																	
2	15	495																	
3	25	485																	
4	35	475																	
5	45	465																	
6	55	455																	
7	65	445																	
8	75	435																	
9	85	425																	
10	95	415	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	105	405	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	115	395	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	125	385	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	135	375	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	145	365	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	155	355	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	165	345	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	175	335	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
19	185	325	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	195	315	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Рис.14. Составление Схемы.**

...после этого запускается инструмент "Подготовка...", который начинает раскрашивать таблицы...

№ B			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
№ L	UB	H	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165
1	5	305																	
2	15	495																	
3	25	485																	
4	35	475																	
5	45	465																	
6	55	455																	
7	65	445																	
8	75	435																	
9	85	425																	
10	95	415	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	105	405	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	115	395	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	125	385	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	135	375	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15	145	365	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	155	355	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	165	345	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	175	335	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
19	185	325	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	195	315	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Рис.15. Процесс подготовки**

...в результате таблицы не только раскрашиваются, помимо этого в таблицу модулей упругости заносятся значения, соответствующие этим классам...

	№B		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
№L	UB	H	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185
1	5	305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	35	475	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	45	465	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	65	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	75	435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	85	425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	95	415	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
11	105	405	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
12	115	395	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
13	125	385	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
14	135	375	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
15	145	365	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
16	155	355	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
17	165	345	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
18	175	335	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
19	185	325	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530
20	195	315	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530

**Рис.16. Результат подготовки.**

...После работы этого инструмента, пользователь может сверить полученный вид таблиц с требуемым и по необходимости внести корректировку. Инструмент не имеет ограничений на количество применений, т.е. можно многократно изменять и модифицировать схему. Но инструмент имеет ограничение на количество классов пород:

Для схемы исходного состояния;

1 -массив 1	<- до 25.04.2005	1 -массив 1	<- после 25.04.2005
2 -массив 2		2 -массив 2	
(пусто)-трещина		(пусто)-трещина	

**Рис.17. Классы пород схемы исходного состояния**

*В апреле 2005 года, в связи с необходимостью распечатки большого количества данных таблиц на чёрно-белом принтере, данная цветовая схема заменена на более экономичную с точки зрения печати.*

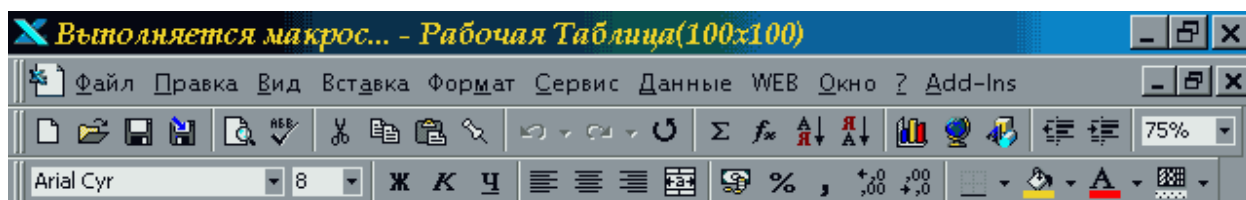
Для схемы изменённого состояния.

о - отработанный блок	<- до 25.04.2005	о - отработанный блок	<- после 25.04.2005
з - закладка		з - закладка	
и - доп изменение		и - доп изменение	
м -массив		м -массив	

**Рис.18. Классы пород схемы изменённого состояния**

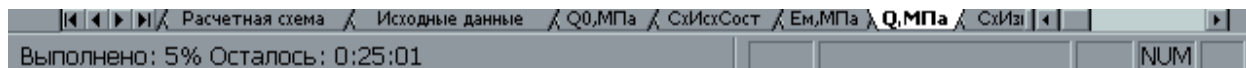
Но это не значит, что нельзя использовать другие значения модулей упругости, не вошедшие ни в один класс, просто их придётся заносить вручную в соответствующие таблицы.

**Б) Расчёт** - инструмент, производящий расчёт перераспределения горного давления согласно с теорией Одинцева. Этот расчёт требует значительного времени (размерность 100x100 для этого алгоритма является критической по времени выполнения и даже новые Pentum не решают этой проблемы), поэтому для слежения за характером выполнения расчёта предприняты специальные методы. После запуска инструмента меняется титульная строка MS Excel...



**Рис.19. Заголовок "Выполняется макрос..."**

...она будет иметь такой вид, пока макрос не завершит свою работу. Помимо этого через несколько секунд меняется строка состояния...



**Рис.20. Строка состояния во время расчёта.**

...Как видите, строка состояния содержит процент выполнения и прогноз оставшегося времени выполнения. В данном случае это 25мин. Это время относится к Pentum 1, с частотой процессора 133МГц. На более поздних машинах с большей частотой процессора время выполнения расчёта будет значительно меньше. Данный пример показывает, что инструменты пакета работают даже на старых машинах.

**В) Перенос  $P \rightarrow Q$**  - инструмент, производящий перенос результирующих напряжений и модулей упругости в напряжения и модули упругости исходного состояния. Используется при многостадийном погоризонтном расчёте. При этом Схема Исходного Состояния составляется всего 1 раз, также 1 раз рассчитывается природное поле напряжений, а дальше работа ведётся только со Схемой Изменённого Состояния. Составляется схема отработки 1го горизонта, рассчитывается, результат расчёта с помощью инструмента переноса, заносится в Исходное Состояние, Схема Изменённого состояния с отработкой 1го горизонта дополняется отработкой 2го горизонта и производится расчёт. По этой схеме производится расчёт любого количества горизонтов или стадий.

**Г) Инструменты сохранения-чтения данных** - используются в основном при многостадийном расчёте, когда из-за большого времени расчёта возрастает вероятность ошибки в составлении исходных данных. Такая ошибка приводит к необходимости пересчёта, а поэтому возникает необходимость в сохранении промежуточного результата, чтобы не пересчитывать всё. При этом сохранять данные в Рабочих таблицах чрезвычайно невыгодно из-за их размера, который объясняется структурой Рабочей таблицы, содержащей не только данные, но и различные формулы, работающие с этими данными. Эксперимент показал, что книга только с данными по объёму в 3 раза меньше Рабочей таблицы. Поэтому были разработаны инструменты сохранения-чтения данных в чистом виде.

Диалоговые окна для операций сохранения-чтения данных используются стандартные, нестандартным является только механизм занесения данных в Рабочую таблицу.

При сохранении данных создаётся новая книга, в которую копируются данные из рабочей таблицы. При этом происходит быстрое перелистывание листов с одной книги на другую, на экране сплошное мельтешение таблиц. После завершения

копирования выводится стандартный диалог сохранения документов, который требует от пользователя имя для нового документа.

При чтении данных выводится стандартный диалог открытия документов, который требует от пользователя выбрать книгу с данными, либо отказаться от чтения данных. После выбора книги, она открывается, начинается процесс копирования из одной книги в другую, опять мельтешение таблиц на экране как при сохранении данных. По завершению копирования, книга с данными закрывается, а Рабочая книга содержит данные из этого файла.

## **7. Составление исходных данных.**

Это самый сложный с точки зрения работы с пакетом раздел.

В таблицах **может быть рассчитано распределение напряжений между  $100 \times 100 = 10\,000$  элементами горного массива**. Решение получается корректным, если горные работы моделируются отработкой ячеек **в диапазонах  $L = 5-95$   $B = 5-95$  (рабочая область)**.

За основу берется величина природных напряжений  $Q_0$ , **нормальных к плоскости разреза**. Значения  $Q_0$  определяется автоматически по заданным значениям:

- Но - отметка верхней границы расчетной модели,
- L - размера расчетной модели по падению,
- $\alpha$  - угла падения залежи,
- $\gamma$  - удельный вес пород,
- $\lambda$  - коэффициента бокового давления в природном поле напряжений.

Размер расчетной ячейки по падению равен  $L/100$ , по простиранию  $B/100$ .

Поэтому размер расчетной модели по падению и простиранию надо выбирать таким, чтобы размер расчетной ячейки был кратен размеру выемочной единицы или ее половине, или ее четверти. Тогда отработка (или закладка) выемочной единицы будет моделироваться отработкой (или закладкой) соответственно одной ячейки, двух или четырех ячеек.

Геометрические размеры расчетных ячеек:

- $l_i$  - по падению
- $h_i$  - по вертикали
- $b_i$  - по простиранию

выводятся автоматически в ячейках D1, D2 и D3.

**Чтобы подготовить данные к расчёту, надо:**

1. задать значения  $E_{m1}$ ,  $E_{m2}$ ,  $H_0$ , L,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\lambda$ :
  - a. в ячейках F3 и F4 необходимо задать  $E_m$ (2 породы[руда, порода]) - модули упругости массива горных пород.
  - b. в ячейках B1, B2 и B3 задается верхняя отметка расчётного поля  $H_0$ , длина по падению L и длина по простиранию B расчетной модели;

- с. в ячейке B4 задается угол падения залежи  $\alpha$
  - d. в ячейке B5 задается удельный вес породы  $\gamma$
  - е. в ячейке B6 задается коэффициент бокового давления  $\lambda$
- Распределение исходных напряжений**, нормальных к плоскости разреза, рассчитывается как  $Q_0, \text{МПа} = 0,01\gamma H (\cos^2\alpha + \lambda \sin^2\alpha)$ , где H-разница отметок поверхности и центра ячеек. При необходимости можно установить любое иное исходное распределение напряжений в расчетных ячейках (Лист Q0,МПа), соответствующее конкретным горно-геологическим условиям.
- f. ввести начало исследуемого участка залежи L0 и B0 в ячейки F1 и F2.
  - g. Перейти по гиперссылке Нпов и задать рельеф поверхности.
2. завершить ввод исходных данных. Перейти **на лист "СхИсхСост"**
  3. **На листе "СхИсхСост"** строки соответствуют длине по падению, столбцы - длине по простиранию.
  4. В соответствующих элементах таблицы (расчётного поля) установить:
    - а. **на листе "СхИсхСост"**:
      - **1** - для элементов 1-ой горной породы (руды)
      - **2** - для элементов 2-ой горной породы (вмещающей породы)
      - **""** - (пусто) для трещин, пустот, полостей.
    - б. **на листе "СхИзменения"**:
      - **(для нового исследуемого участка необходимо очистить таблицу листа "Еизм,МПа" от старых значений, для повторно изменённого участка необходимо следить, чтобы значения "Еизм,МПа" соответствовали новой схеме расчёта)**
      - **о** - для отработанных элементов массива (**буква о !!!, а не цифра 0!!!**);
      - **з** - для отработанных и заложенных элементов массива (закладке должна предшествовать отработка);
      - **и** - для элементов, изменения которых необходимо учесть (воздействие взрывов, влажности, механических воздействий)
      - **(модуль упругости элементов "з" и "и" задаётся индивидуально на листе "Еизм,МПа")**
  5. завершить ввод исходных данных нажатием Enter. (Курсор перестанет мигать.)
  6. Произвести подготовку таблиц с помощью соответствующего инструмента. Сначала следует произвести Подготовку Исходного Состояния, происходит подготовка листа "Ем,МПа" к расчёту, а уж потом Подготовку Изменённого Состояния, происходит подготовка листов "Еизм,МПа" и "Е,МПа" к расчёту. На этих листах в ячейках с изменённым состоянием, **если для них не было заранее задано в этой таблице значение, появятся знаки вопросов "???"**. Их надо заменить на листе "Еизм,МПа" соответствующими значениями модулей упругости и произвести подготовку повторно. **Если после повторной подготовки на листах "Еизм,МПа" и "Е,МПа" не останется вопросов**, то документ полностью готов для расчёта напряжений.

**Чтобы произвести расчёт напряжений, надо:**

- Сначала следует использовать инструмент "Расчёт ИсхСост" - происходит расчёт листа "Q,МПа", а уж потом "Расчёт ИзмСост" - происходит расчёт листа "Р,МПа".
- Время работы этих инструментов для разных машин разное. Для Pentium1 с частотой процессора 133МГц - 25мин, для более поздних машин меньше.
- **Индикация прогресса и прогноз времени завершения пишется в строке состояния.**

**Результаты будут представлены на листах "Р,МПа", "Изменение(Кн)".**

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ !!!**

**При составлении Рабочих таблиц иных размеров необходимо учитывать следующее:**

- **Инструменты используют именованные ячейки, поэтому таблицы, подлежащие обработке, должны содержать в себе те же имена диапазонов и ячеек, что и рабочие таблицы, содержащиеся в пакете.**
- **Ознакомиться со списком имён можно, открыв рабочую таблицу, имеющуюся в данном пакете, и выбрав в меню "Вставка" пункт "Имя".**
- **Таблицы при этом должны быть одинаковых размеров на всех листах (но не обязательно квадратными).**
- **Иначе инструменты выдадут "Брейк" и прекратят свою работу.**



Московский Государственный  
Геологоразведочный Университет



<http://msgpa.edu.ru/>

МГГРУ ФТРИР КГИМ © 2004 год.