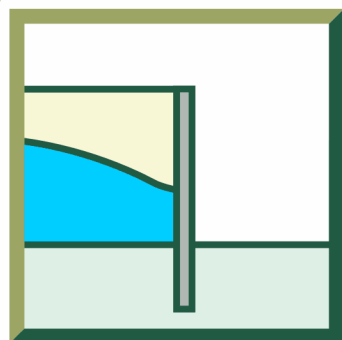


**И Н Ж Е Н Е Р Н О -  
КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ  
ЦЕНТР ПРОБЛЕМ  
ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ**

1 0 9 4 2 8 , М о с к в а ,  
ул. 2-ая Институтская, дом 6.  
Тел: (095) 170-28-26; (095) 170-27-25.  
e-mail: fundament@rmt-net.ru

**C E N T R E F O R  
F O U N D A T I O N  
E N G I N E E R I N G  
P R O B L E M S**



Версия 3.0 © 2005

**Seepage**

**ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ  
И РУКОВОДСТВО  
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Москва 2005 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>5</b>



## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ

Программа **SEEPAGE** предназначена для исследования задачи установившейся фильтрации грунтовых вод в неоднородной изотропной среде в плоской постановке. Программа позволяет определять величины пьезометрических напоров, расходов воды в массиве грунта, эпюры давлений грунтовых вод на гибкие подпорные конструкции, ограждающие строительные котлованы и выработки грунта, а также определяет приток воды в котлованах.

Программа позволяет учитывать неоднородность грунтов основания (максимальное количество инженерно-геологических элементов - **12**), наличие водоупора, наклонов пластов грунта, дренажного слоя в котловане и нарушенных слоев грунта на контакте с ограждающими конструкциями.

Программа снабжена графической частью, позволяющей строить разрез массива грунта с выделением геологических слоев, дренажного и нарушенных слоев, а также эпюры давлений на ограждающие конструкции.

Расчетная часть пакета и оформление реализовано в системе программирования **Delphi**.

Системные требования	
Характеристики	Минимальная конфигурация
Операционная система	Windows® 95 и выше с поддержкой кириллицы
Процессор	Pentium или другой совместимый процессор
Тактовая частота процессора	100 МГц
Оперативная память	16 Мб
Дисковод для установки	CD-ROM или 3.5 флоппи (для установки с дискет)
Место на жестком диске	10 Мб
Устройства вывода	Принтер, совместимый со средствами Windows
Устройства ввода	Клавиатура, мышь
LPT порт для ключа	Для Windows® 95 и выше
свободный USB порт для ключа	Для Windows® 2000/XP



## 2. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА

Задача плоской установившейся фильтрации решается с помощью метода конечных элементов. Используются треугольные конечные элементы. Разбивка массива грунта на элементы осуществляется в автоматическом режиме и показывается на геологическом разрезе в графической части программы. При разбивке выделяется примерно **500** узлов и около **900** элементов. Количество узловых точек по вертикали равно примерно **20**.

Система линейных алгебраических уравнений, образованная при формировании глобальной матрицы проницаемости решается методом квадратного корня.

Давление грунтовых вод в заданной точке массива определяется как разность напора воды и абсолютной геологической отметки этой точки, умноженной на  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



### 3. ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ

Программа **SEEPAGE** ориентирована на активное взаимодействие с пользователем посредством поддержки с ним диалога. При запуске программы появляется ее главное окно. Главным средством управления программы является меню, которое включает в себя системное меню **Windows**, раскрывающееся при нажатии кнопки в левом верхнем углу главного окна и собственно меню программы, занимающее верхнюю строчку окна. Опции меню программы представляют собой либо опции заголовки, которые предназначены для вызова подчиненного меню (подменю), либо командные опции, предназначенные для передачи программе команды. Ниже приводится перечень опций программы.

**ПРОЕКТ** (опция заголовков)

Новый  
Открыть  
Сохранить  
Сохранить как ...

Исходные данные  
Выход

**РАЗБИВКА** (опция заголовков)

Выполнить  
Показать  
Печатать  
Выбрать принтер

**РАСЧЕТ** (опция заголовков)

Выполнить

**РЕЗУЛЬТАТЫ** (опция заголовков)

Эпюры  
Печатать  
Выбрать принтер


Таблица\_1

Таблица\_2

**ОКНО** (опция заголовков)

Мозаика  
Каскад  
Упорядочить значки  
Закрыть все окна

**СПРАВКА** (опция заголовков)

В главном окне программы непосредственно под меню, занимающим верхнюю строчку окна, находится панель управления с командной кнопкой . Эта кнопка позволяет закрыть главное окно программы и завершить выполнение программы.



Командная опция **«ПРОЕКТ > Новый»** позволяет создать новый проект. При активизации мышью этой опции меню в главном окне программы появляется диалоговое окно со строчкой ввода. С помощью клавиатуры в эту строчку необходимо ввести название нового проекта (имя новой директории), состоящее не более, чем из 8 символов, разрешенных для создания директорий.

Введенное имя следует подтвердить либо с помощью щелчка левой клавиши мыши на кнопке **«Да»** либо с помощью клавиши **<Enter>**. Если проект с введенным именем на диске уже существует, то при попытке ввода одноименного проекта на экране появится подсказка, предлагающая создать проект с другим именем.

При подтверждении имени нового проекта содержимое главного окна программы обновляется, к заголовку программы добавляется новое имя проекта.

После создания нового проекта следует ввести **«Исходные данные»**.

Затем необходимо использовать опцию меню **«РАЗБИВКА > Выполнить»** осуществляющую разбивку массива грунта на элементы и подготавливающую программу для выполнения расчета. Перед выполнением расчета рекомендуется с помощью опции меню **«РАЗБИВКА > Показать»** просмотреть геологический разрез массива грунта и разбивку его на конечные элементы. Опция меню **«РАСЧЕТ > Выполнить»** осуществляет расчет задачи. Используя опцию меню **«РЕЗУЛЬТАТЫ»**, можно просмотреть результаты расчета.

Командная опция **«ПРОЕКТ > Открыть»** позволяет открыть уже имеющийся проект. При активизации мышью этой опции меню в главном окне программы появляется диалоговое окно, предоставляющее список задач, хранящихся на диске. Имя каждой задачи соответствует названию директории, в которой хранится информация о данном проекте.

При подтверждении имени проекта содержимое главного окна программы обновляется, к заголовку программы добавляется имя открываемого проекта.

Используя опцию меню **«РЕЗУЛЬТАТЫ»** можно просмотреть имеющиеся результаты расчета.

Командная опция **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Эпюры»** создает дочернее окно программы, которое показывает эпюры давлений грунтовых вод на стены в грунте и приток воды в котловане в кубических метрах на 1 погонный метр длины котлована за одни сутки. Командные опции **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_1»** и **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_2»** создают дочерние окна программы, в которых представлены результаты расчета.

Если открываемый проект содержит неполную информацию о решаемой задаче, то при попытке просмотреть результаты расчета в главном окне программы появляются соответствующие сообщения. В этом случае следует последовательно:

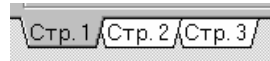
1. ввести **«Исходные данные»**;
2. **«РАЗБИВКА > Выполнить»**;
3. **«РАСЧЕТ > Выполнить»**;
4. Просмотреть **«РЕЗУЛЬТАТЫ»** расчета.

Командная опция **«ПРОЕКТ > Сохранить»** позволяет сохранить проект на диске под имеющимся именем.



Командная опция **«ПРОЕКТ > Сохранить как ...»** позволяет сохранить проект на диске под новым именем.

Командная опция **«ПРОЕКТ > Исходные данные»** открывает диалоговое окно для ввода исходной информации, необходимой для решения задачи. Диалоговое окно размещено на трех страницах, переход между которыми осуществляется с помощью фиксации мышью на закладках с номерами страниц:



Исходные данные вводятся в специальные диалоговые элементы - строки ввода с помощью клавиатуры. Перейти к следующей строке ввода можно либо используя мышью, либо клавишу **<Tab>** (вперед) или комбинацию клавиш **<Shift>+<Tab>** (назад). Ввод или отказ от исходных данных, набранных в строках ввода, подтверждается фиксацией мышью на командных кнопках **«Да»** или **«Отмена»**.

Необходимо вводить следующие данные :

- число слоев грунта;
- коэффициенты фильтрации слоев, в том числе дренажного и нарушенного;
- абсолютные отметки низа стен;
- толщины стен в грунте, дренажного и нарушенных слоев;
- абсолютные отметки границ слоев;
- абсолютные отметки границ дна котлована;
- горизонтальные размеры области;
- наличие или отсутствие водоупора на нижней границе области;
- напоры на границах области (при наличии водоупора напоры на нижней границе области не вводятся).

Ввод исходных данных осуществляется по следующей схеме. Абсолютные отметки уровней массива задаются на четырех вертикалях: по левой границе области, по наружным граням левой и правой стен и по правой границе области. Направление ввода отметок - сверху вниз.

Горизонтальные размеры области вводятся в соответствии с расчетной схемой массива.

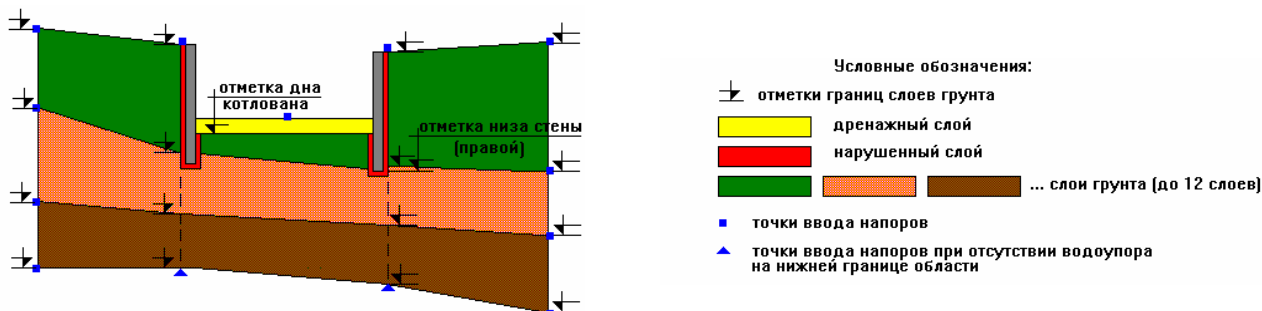
Напоры вводятся:

- на поверхности грунта у левой стены;
- на поверхности грунта у правой стены;
- на поверхности дренажного слоя;
- на нижней границе области (при отсутствии водоупора);
- на левой границе области сверху вниз на границах слоев;
- на правой границе области сверху вниз на границах слоев.

На нижней границе массива задается либо водоупор, либо напоры еще в двух точках: под левой и правой стенами.

Коэффициенты фильтрации слоев вводятся (с размерностью метры в сутки) по порядку слоев сверху-вниз. Наибольшее количество геологических слоев равно **12**.

Схема массива





## Проверка правильности ввода исходных данных.

В случае неправильного задания исходных данных, не соответствующих физическому смыслу задачи или ограничениям, представленным в описании, программа в файле результатов («РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_1»), а также в файле **result.dat**, после блока вывода исходных данных выдает сообщения об ошибках.

### Примеры ограничений:

- 1) Разность между отметками границ слоев должна быть более **0.3** м. В противном случае программа выдаст сообщение об ошибке.
- 2) Толщина нарушенного слоя грунта должна находиться в пределах:  $0 < T \leq 0.5$  м.
- 3) Толщина дренажного слоя должна быть **> 0**.

Командная опция **«ПРОЕКТ > Выход»** закрывает главное окно и завершает выполнение программы.

Командная опция **«РАЗБИВКА > Выполнить»** осуществляет в автоматическом режиме разбивку массива грунта на элементы и подготавливает программу для выполнения расчета.

Командная опция **«РАЗБИВКА > Показать»** создает дочернее окно программы, показывающее геологический разрез с разбивкой массива грунта на конечные элементы.

Командная опция **«РАЗБИВКА > Выбрать принтер»** открывает диалоговое окно для настройки принтера.

Командная опция **«РАЗБИВКА > Печатать»** осуществляет распечатку дочернего окна программы, содержащего геологический разрез с разбивкой массива грунта на конечные элементы.

Командная опция **«РАСЧЕТ > Выполнить»** осуществляет расчет задачи. Расчет задачи следует производить после выполнения опции меню **«РАЗБИВКА > Выполнить»**.

Командная опция **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Эпюры»** создает дочернее окно программы, которое показывает эпюры давлений грунтовых вод на стены в грунте и приток воды в котловане в кубических метрах на **1** погонный метр длины котлована за одни сутки.

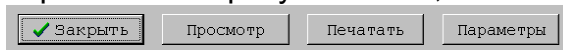
Командная опция **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Печатать»** осуществляет распечатку дочернего окна программы, содержащего эпюры давлений грунтовых вод на стены в грунте.





Командная опция **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_1»** создает дочернее окно программы, в котором представлены результаты расчета.

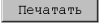
Окно имеет кнопки прокрутки для просмотра текста с результатами, а также командные кнопки:



Кнопка  позволяет закрыть окно.

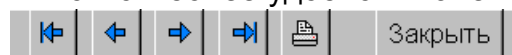
Кнопка  создает окно предварительного просмотра печати.

Кнопка  позволяет настроить принтер.

Кнопка  позволяет распечатать содержание окна.


При просмотре текста с результатами расчета с помощью клавиши **<Enter>** можно вставлять пустые строки, если предварительный просмотр печати покажет необходимость изменения расположения текста по страницам для более удобного вывода на печать.


Окно предварительного просмотра печати имеет свою панель управления с командными кнопками, которые делают работу с этим окном более удобной. Панель управления имеет следующий вид:





Первые четыре кнопки позволяют пролистывать текст в следующем порядке:

 - перейти к первой странице;

 - перейти к следующей странице;

 - перейти к предыдущей странице;

 - перейти к последней странице.

Кнопка  зарезервирована для печати и будет использована в следующих версиях программы.

Кнопка  позволяет закрыть окно предварительного просмотра печати.

Файл результатов состоит из двух частей. В первой части записаны исходные данные решаемой задачи. Во второй части представлены основные результаты расчета:

- давления воды на стены со стороны грунта;
- давления воды на стены со стороны котлована;
- суммарные давления;
- приток воды в котловане.

Координатами точек на поверхностях стен, для которых приводятся давления, являются абсолютные отметки этих точек.

### Правило знаков:

1. давление воды считается положительным, если оно направлено в сторону котлована;
2. приток воды в котловане считается положительным, если вода притекает в котлован.

Результаты расчета можно также просмотреть в файле **result.dat**, записанном на диске в директории, имя которой совпадает с названием данного проекта.

Командная опция **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_2»** создает дочернее окно программы, в котором представлена наиболее полная информация о результатах расчета. Данное окно управляется также, как и окно, вызываемое командной опцией **«РЕЗУЛЬТАТЫ > Таблица\_1»** и описанное выше.



В файле с полными результатами расчета для каждой узловой точки (всего около **50** ) приводятся следующие значения:

- 1) Координаты точки **X** и **Y** . Координата **X** имеет нулевое значение на левой границе области и возрастает слева направо . Координата **Y** имеет нулевое значение в узловой точке, имеющей наибольшую абсолютную отметку, и возрастает сверху вниз.
- 2) Напор.
- 3) Давление воды , которое определяется как разность между напором в данной точке и ее абсолютной отметкой, умноженная на **g =10** м/с<sup>2</sup> кв.
- 4) Расход воды имеет знак "+", если вода притекает к данной точке , и знак "-", если вода оттекает от нее.

Полные результаты расчета можно также просмотреть в файле **fullres.dat**, записанном на диске в директории, имя которой совпадает с названием данного проекта.

## ОКНО >

### (Мозаика, Каскад, Упорядочить значки, Закрывать все окна)

Данные командные опции являются стандартными опциями меню **Windows** , управляющими дочерними окнами.

Подменю опции заголовка **«ОКНО»** кроме четырех указанных выше командных опций дополняется списком дочерних окон по мере создания их во время работы программы. **Выбор какого-либо окна из этого списка позволяет выполнить переход к работе с этим дочерним окном.**