

MagModel2D

ver.1.2.

Руководство пользователя

Москва – 2011

Оглавление

Оглавление	- 2 -
Введение	- 3 -
1. Физические и математические основы	- 3 -
2. Интерфейс программы	- 4 -
3. Главное меню	- 4 -
4. Работа с моделью	- 5 -
4.1. Задание модели с помощью файла	- 6 -
4.2. Сохранение модели в файл	- 7 -
5. Параметры профиля	- 7 -
5.1. Равномерная сеть без рельефа	- 7 -
5.2. Расчет в произвольных точках с рельефом	- 8 -
6. Задание нормального поля	- 8 -
7. Решение прямой задачи магниторазведки	- 8 -
8. Просмотр аномальных полей от отдельных тел	- 9 -
9. Настройки программы	- 10 -

Введение

Программа MagModel версии 1.2. предназначена для решения прямой задачи магниторазведки для тела произвольной формы. Программа написана на языке Visual Basic NET 2010 Express, с использованием платформы Framework NET 4.0. Программа предназначена для использования на операционной системе семейства Windows (XP/Vista/7). Автор программы – Новиков К.В. (novikovkv@gmail.com).

Внимание, перед началом работы убедитесь, что на компьютере установлен пакет Framework NET 4.0¹.

1. Физические и математические основы

Для решения двухмерной задачи применяется теория функций комплексного переменного [Цирульский, 1990; Блох, 2009]. Поле T в комплексном виде представляется как

$$T(u) = Z(x, z) + iX(x, z), \quad 1.$$

где u – комплексное число. $T(u)$ называется комплексной индукцией магнитного поля.

$$u = x + iz, \quad 2.$$

Применяя комплексные переменные, обычно принимают систему координат с осью x , направленной вправо и осью z , направленной вверх

Текущую точку внутри тела с координатами ξ и ζ опишем комплексной переменной $w = \xi + i\zeta$.

Намагниченность будет рассматриваться как комплексный параметр, вводимый формулой:

$$I(w) = I_z(\xi, \zeta) + iI_x(\xi, \zeta), \quad 3.$$

Комплексная индукция магнитного поля для двумерной модели будет описываться следующим интегралом:

$$T(u) = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_S \frac{I(w) dS}{(w-u)^2}, \quad 4.$$

Если рассмотреть решение прямой задачи магниторазведки для произвольного однородного N -угольника. Обозначим его вершины как $w_1, w_2, w_3, \dots, w_N$. Так как многоугольник замкнут, то $w_{N+1} = w_1$. Обратим внимание на то, что многоугольник может быть и невыпуклым – у него лишь не должно быть точек самопересечения.

Проведя ряд преобразований получим выражение [Блох, 1995, 2009]:

$$T(u) = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \sum_{n=1}^N K_n \ln(w - u), \quad 5.$$

где комплексный коэффициент

¹ Распространяемый пакет Framework NET 4.0 можно скачать на сайте [центра загрузки Microsoft](http://www.microsoft.com/downloads/ru-ru/confirmation.aspx?FamilyID=0a391abd-25c1-4fc0-919f-b21f31ab88b7) или напрямую по ссылке <http://www.microsoft.com/downloads/ru-ru/confirmation.aspx?FamilyID=0a391abd-25c1-4fc0-919f-b21f31ab88b7>.

$$K_n = \frac{\overline{w_n} - \overline{w_{n-1}}}{\overline{w_n} - \overline{w_{n-1}}} - \frac{\overline{w_{n+1}} - \overline{w_n}}{\overline{w_{n+1}} - \overline{w_n}} = 2 \left(\frac{\xi_n - \xi_{n-1}}{\overline{w_n} - \overline{w_{n-1}}} - \frac{\xi_{n+1} - \xi_n}{\overline{w_{n+1}} - \overline{w_n}} \right)$$

6.

2. Интерфейс программы

Интерфейс программы включает в себя следующие блоки (рис.1):

1. Задание параметров профиля.
2. Задание модели.
3. Задание нормального магнитного поля.
4. Выбор рассчитываемых компонент.
5. Вывод результатов.
6. Отображение графика.
7. Отображение модели.
8. Информационная строка.

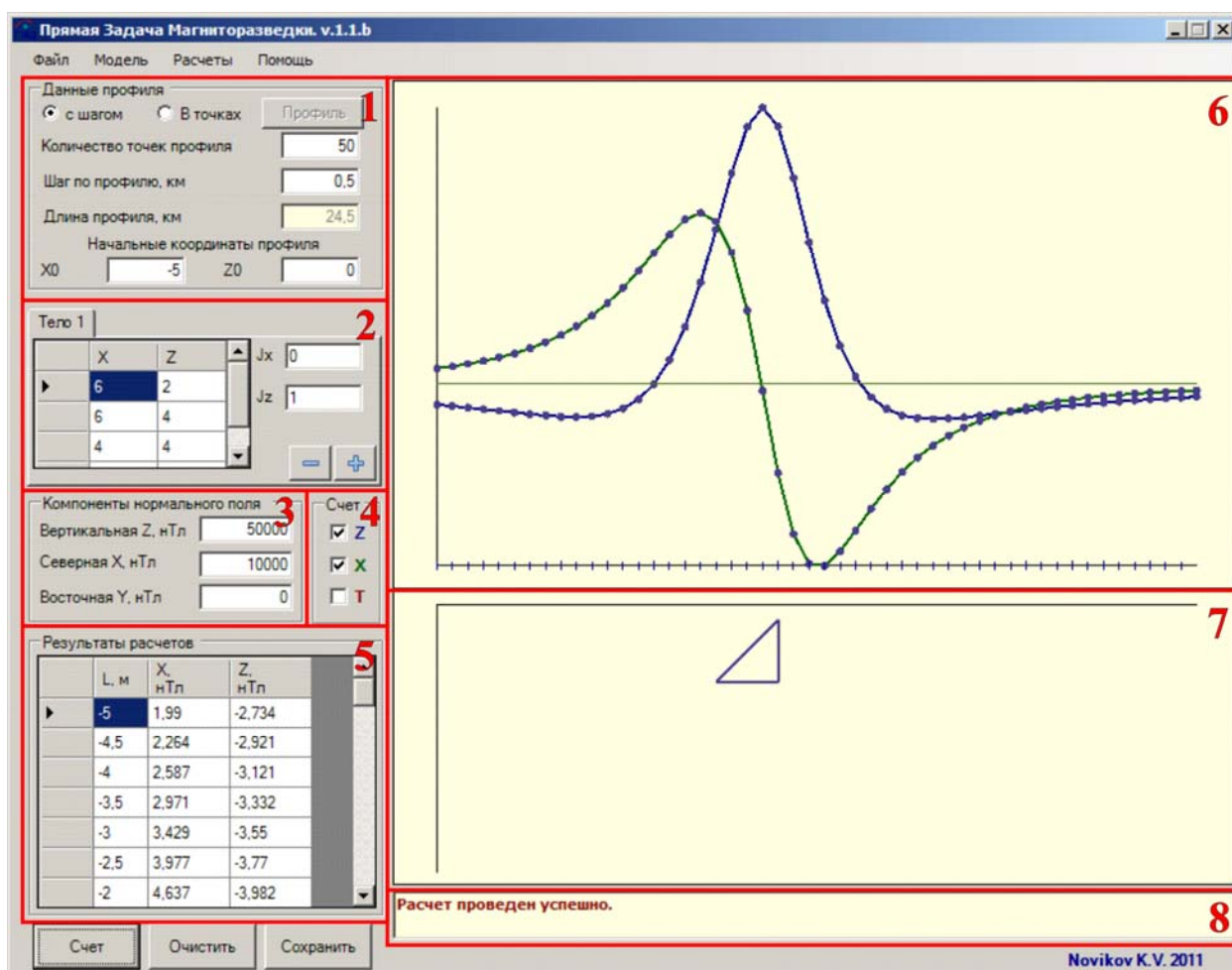


Рис. 1. Общий вид программы DPM.

3. Главное меню

Главное меню программы имеет следующую структуру.

Файл:

- **Сохранить результат** – сохранение расчетных данных в текстовый файл, с разделителями в виде пробелов.
- **Загрузить модель** – открыть файл модели (текстовый файл с расширением *.mod).
- **Сохранить модель** – сохранить модель в текстовый файл.
- **Настройки.**
- **Перезапуск программы.**
- **Выход.**

Модель:

- **Добавить тело** – добавляет тело в модель и соответственно вкладку «Тело N».
- **Удалить тело** – удаляет последний многоугольник из модели.
- **Тестовая модель 1.**
- **Тестовая модель 2.**

Расчет:

- **Счет** – расчет аномального магнитного поля по заданной модели.
- **Просмотр аномалий от отдельных тел** – вызов формы просмотра аномалий от отдельных тел модели.

Помощь:

- **Лицензия** – открывает текст пользовательского соглашения через редактор «Блокнот».
- **Руководство пользователя** – вызывает руководство пользователя через редактор ассоциированный с файлами типа *.rtf.
- **О программе.**
- **Что нового?** – Список обновлений по сравнению с прошлой версией

4. Работа с моделью

Для начала работы с программой необходимо задать расчетную модель. Модель представляет собой один или несколько произвольных многоугольников, которые задаются координатами вершин. Число вершин в многоугольнике не ограничено. Для определения координат вершин многоугольника используется ортогональная система координат xz , где ось x направлена вправо, а ось z – вниз. **Обход вершин осуществляется строго по часовой стрелке** (рис. 3.)!!! Координаты тела вводятся в таблицу в области модели на вкладке с соответствующим заголовком (рис. 2.).

Добавление строк таблицы происходит автоматически при редактировании последней строки таблицы с координатами вершин.

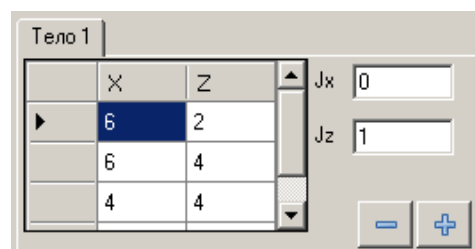


Рис. 2. Задание модели.

Каждый многоугольник характеризуется вектором намагничивания J , который задается при помощи компонент J_x и J_z , вводимых в соответствующие окна.

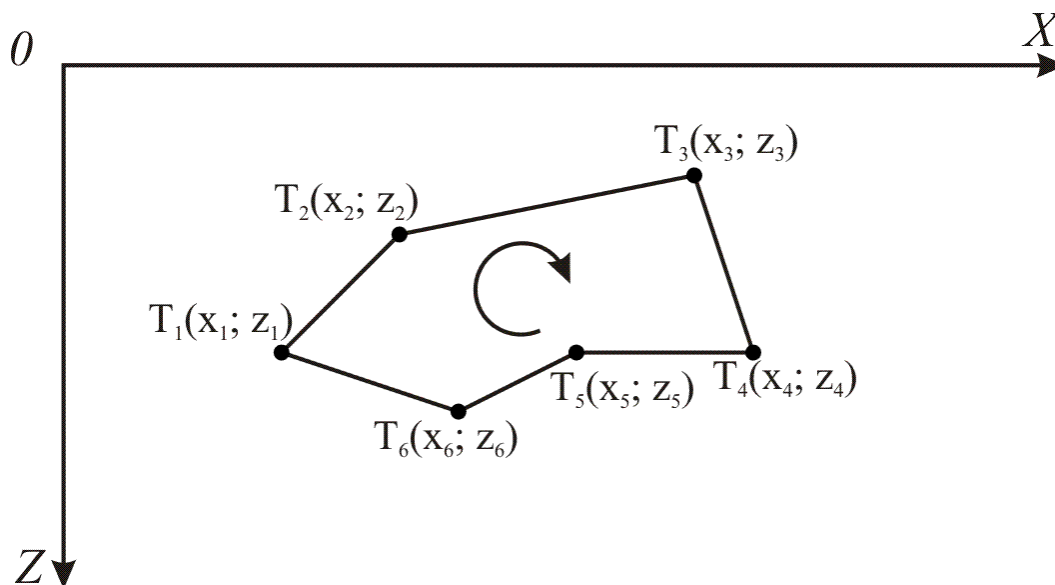


Рис.3. Задание модели.

Добавление тела в модель осуществляется кнопкой «+», удаление – кнопкой «-». Удаление тел осуществляется по порядку, от последнего к первому. Переключение между телами модели производится вкладками «Тело 1», «Тело 2» и т.д. Кнопки «+» и «-» постоянно находятся на первой неудаляемой вкладке.

4.1. Задание модели с помощью файла

Модель также можно задать путем подготовки текстового файла с расширением *.mod. Такой файл можно создать в любом текстовом редакторе, например, в Блокноте (Notepad). Программа также поддерживает и другие расширения текстовых файлов, в том числе, *.txt, однако, по умолчанию установлен *.mod.

Структура записи такого текстового файла выглядит следующим образом:

```

N1
Jx1 Jz1
X11 Z11
X21 Z21
... ..
Xn1 Zn1
N2
Jx2 Jz2
X12 Z12

```

$$\begin{array}{c}
 X_2^2 \ Z_2^2 \\
 \dots \ \dots \\
 X_n^2 \ Z_n^2 \\
 \dots \ \dots \\
 N^n \\
 J_x^n \ J_z^n \\
 X_1^n \ Z_1^n \\
 X_2^n \ Z_2^n \\
 \dots \ \dots \\
 X_n^n \ Z_n^n
 \end{array}$$

Где N^n – число вершин, $J_x^n \ J_z^n$ - компоненты вектора и $X_n^n \ Z_n^n$ – координаты вершин n -го многоугольника. Разделителем является пробел. Десятичный разделитель определен системой, на которой в данный момент используется программа!

Открытие файла модели осуществляется через меню *Файл>Загрузить модель*.

4.2. Сохранение модели в файл

Заданную модель можно сохранить в текстовый файл с расширением *.mod. Десятичный разделитель, который будет использован при записи файла, определен системой, на которой в данный момент используется программа!

Процедура сохранения вызывается через главное меню *Файл⇒Сохранить модель*.

5. Параметры профиля

5.1. Равномерная сеть без рельефа

Если требуется произвести расчет по равномерной сети, без задания рельефа (или рельефом можно пренебречь), то целесообразно выбрать в разделе «*Данные профиля*» (рис.4.) пункт «с шагом». После чего необходимо задать количество точек профиля и шаг по профилю в километрах. Длина профиля рассчитается автоматически. Также необходимо указать начальную точку профиля по осям x и z . Напомним, что ось x направлена вправо, а ось z – вниз.

Рис. 4. Поля ввода данных профиля.

5.2. Расчет в произвольных точках с рельефом

Произвольные точки задаются двумя координатами x и z , что позволяет учитывать рельеф. Для этого формируется текстовый файл с расширением *.rel и следующей структурой:

$$\begin{matrix} X_1^2 & Z_1^2 \\ X_2^2 & Z_2^2 \\ \dots & \dots \\ X_n^2 & Z_n^2 \end{matrix}$$

Координатная система сохраняется прежней ось x направлена вправо, а ось z – вниз.

Для загрузки файла необходимо поставить переключатель в пункт «В точках» и далее нажать кнопку профиль, которая станет активной.

6. Задание нормального поля

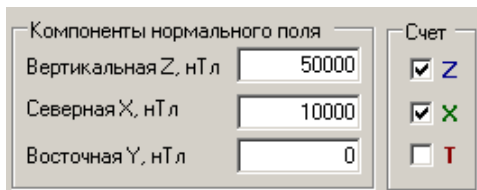


Рис. 5. Поля ввода компонент нормального поля

Нормальное магнитное поле Земли задается тремя ортогональными компонентами X , Y , Z – северной, восточной и вертикальной соответственно. Расчет нормального поля можно осуществить в доступных программах по принятым моделям, например, программа Geomag² предназначена для расчета нормального поля по модели IGRF.

Нормальное поля играют роль только при расчете Т-аномалий, при расчетах Z и X , их задание не обязательно.

7. Решение прямой задачи магниторазведки

1. Задайте модель (согласно п.4).
2. Введите параметры профиля (согласно п.5)..
3. Задайте компоненты нормального поля (согласно п.6)..
4. Выберите рассчитываемые составляющие аномального поля в разделе «Счет» (рис. 4).
5. Нажмите счет.

Результаты расчетов, а также x -координата точек расчета, выводятся в таблицу (рис. 5.).

² Программу Geomag можно скачать на страничке <http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html> .

Результаты расчетов

	L, м	X, нТл	Z, нТл
▶	-5	1,99	-2,734
	-4,5	2,264	-2,921
	-4	2,587	-3,121
	-3,5	2,971	-3,332
	-3	3,429	-3,55
	-2,5	3,977	-3,77
	-2	4,637	-3,982

Счет Очистить Сохранить

Рис.6. Результаты расчетов.

Для сохранения результатов в текстовый файл, можно воспользоваться либо кнопкой «Сохранить» под таблицей результатов, либо главным меню *Файл>Сохранить результат*.

Для сброса текущей модели и расчетов нажмите кнопку «Очистить».

8. Просмотр аномальных полей от отдельных тел

Программа позволяет просматривать аномальные поля от отдельных тел. Для этого необходимо вызвать форму просмотра (рис.7.) через главное меню: *Расчеты>Просмотр аномалий от отдельных тел*. На форме можно просмотреть графики от отдельных тел, сами тела и численные значения поля.

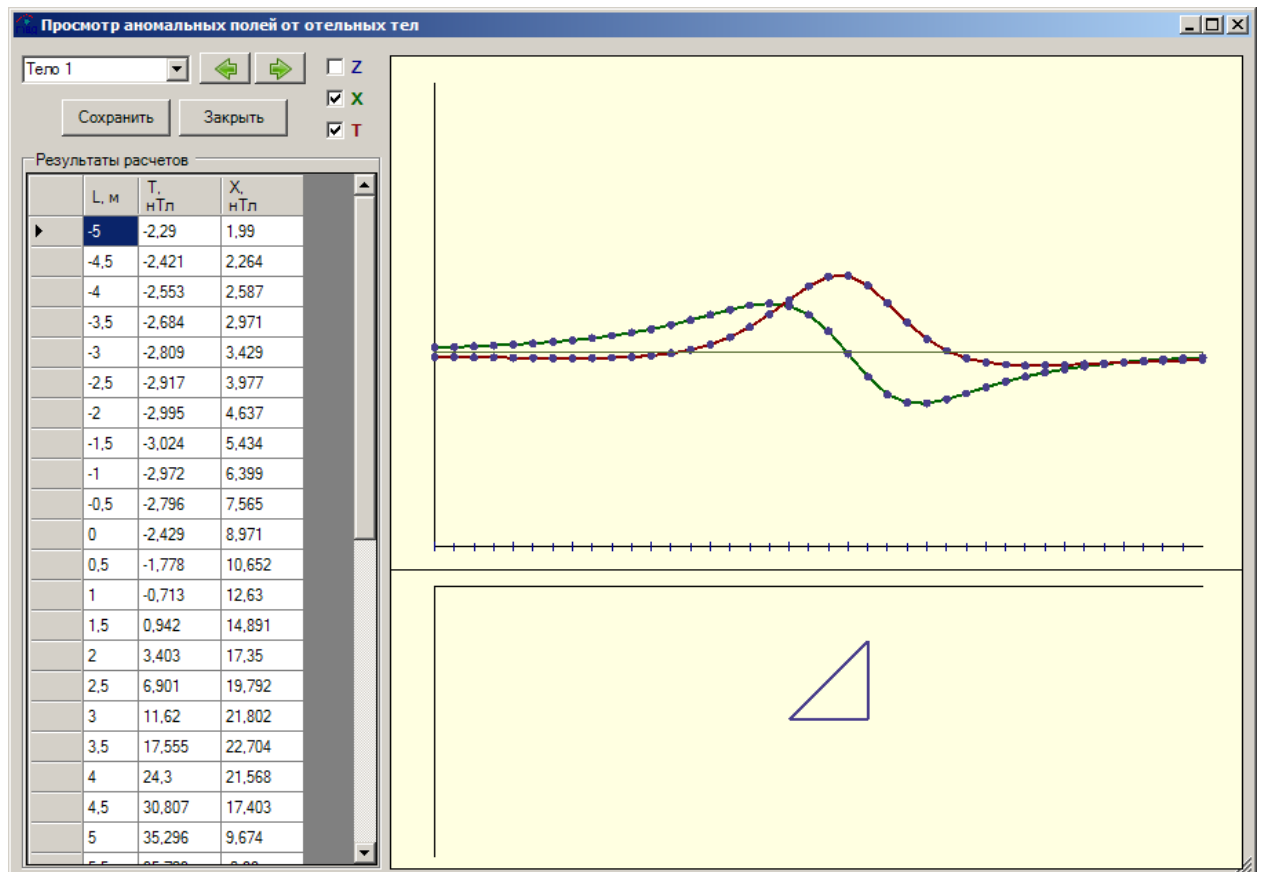


Рис. 7. Окно просмотра аномальный полей от отдельных тел.

В выпадающем списке приведены все тела модели. Между телами модели можно переключаться путем выбора необходимой модели в упомянутом выпадающем списке или с помощью кнопок перехода к следующему и предыдущему телу « \leftarrow » и « \rightarrow ». Компоненты поля включаются и выключаются с помощью флажков Z, X, T.

Сохранить отображенные данные в текстовый файл можно путем нажатия кнопки «Сохранить». Кнопка «Закреть» закрывает форму просмотра и возвращает пользователя к основной форме программы.

9. Настройки программы

В версии 1.2. предусмотрены некоторые возможности пользовательской настройки программы. Диалоговое окно «Настройки» (рис.8.) пользователь может вызвать через главное меню: *Файл*⇒*Настройки*.

Пользователь может настраивать пути папок, куда по умолчанию будут размещаться файлы модели, файлы рельефа и файлы результатов расчетов и параметры нормального поля, которые Программа загружает при старте.

Если отмечен флажок «Только для текущего сеанса» программа не сохранит изменения после перезапуска.

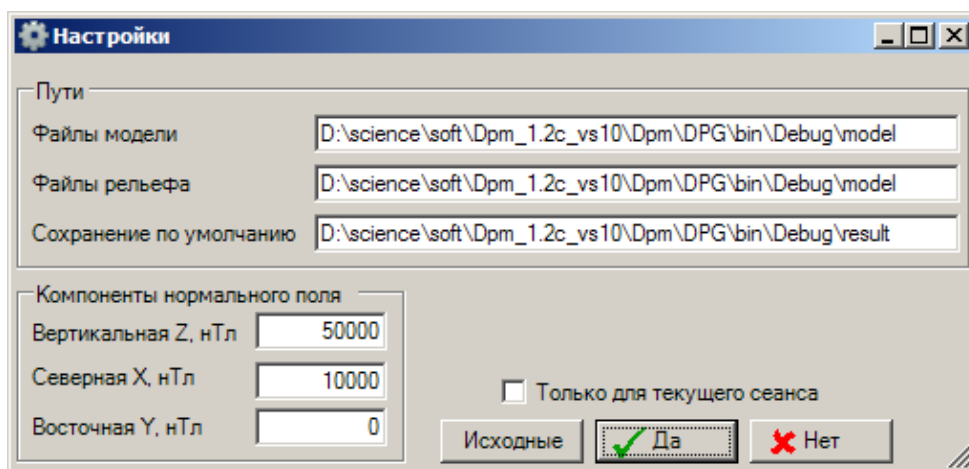


Рис. 8. Диалоговое окно настроек программы.

В разделе «Компоненты нормального поля» можно задать компоненты нормально магнитного поля Земли, которые будут загружаться по умолчанию при запуске программы.

Кнопка «Исходные» возвращает настройки по умолчанию.