

ЗАО "НПО "Интротест"

**УСТАНОВКА МАГНИТОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МК-ЗЭ**  
(с дополнительными опциями ПСП-2, ПСП-3)

Руководство по эксплуатации  
*РЭ 4276.003.20872624.2002*

г. Екатеринбург

2012

## Содержание

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Описание и работа установки .....                                       | 2  |
| 1.1   | Назначение .....                                                        | 2  |
| 1.2   | Технические характеристики .....                                        | 2  |
| 1.3   | Состав установки .....                                                  | 4  |
| 1.4   | Устройство и работа установки .....                                     | 4  |
| 1.5   | Маркировка .....                                                        | 6  |
| 1.6   | Упаковка .....                                                          | 6  |
| 2     | Использование по назначению .....                                       | 6  |
| 2.1   | Эксплуатационные ограничения .....                                      | 6  |
| 2.2   | Подготовка установки к использованию .....                              | 7  |
| 2.3   | Использование установки .....                                           | 7  |
| 2.3.1 | Подготовка установки к измерению .....                                  | 7  |
| 2.3.2 | Руководство пользователя .....                                          | 8  |
| 2.3.3 | Измерение кольцевого образца .....                                      | 16 |
| 2.3.4 | Измерение протяженного образца в соленоиде СД-3 .....                   | 17 |
| 2.3.5 | Измерение протяженного образца в соленоиде СД-3<br>методом сброса ..... | 18 |
| 2.3.6 | Измерение протяженного образца в электромагните .....                   | 19 |
| 2.3.7 | Измерение протяженного образца в пермеамetre.....                       | 20 |
| 2.3.8 | Измерение в режиме "Поверка" .....                                      | 20 |
| 3     | Техническое обслуживание .....                                          | 21 |
| 3.1   | Общие указания .....                                                    | 21 |
| 3.2   | Меры безопасности при работе с установкой .....                         | 21 |
| 4     | Поверка установки .....                                                 | 21 |
| 5     | Текущий ремонт .....                                                    | 22 |
| 6     | Хранение .....                                                          | 22 |
| 7     | Транспортирование .....                                                 | 22 |
| 8     | Сведения об изготовителе и гарантийные обязательства .....              | 22 |
| 9     | Свидетельство о приемке .....                                           | 23 |
|       | Рисунки .....                                                           | 24 |
|       | Таблицы 1-3 .....                                                       | 52 |
|       | Сертификат об утверждении типа .....                                    | 54 |

Настоящий документ (руководство по эксплуатации, совмещенное с паспортом) предназначен для изучения магнитоизмерительной установки МК-3Э (в дальнейшем установка) и содержит описание устройства, принципа действия, технических данных и других сведений, необходимых для обеспечения ее правильной эксплуатации.

К работе с установкой допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III и прошедшие обучение эксплуатации установки в рамках настоящего руководства.

## 1 Описание и работа установки

### 1.1 Назначение

1.1.1 Магнитоизмерительная установка МК-3Э предназначена для автоматического измерения магнитных характеристик кольцевых образцов магнитно-мягких материалов и протяженных образцов в соленоиде СД-3 (далее соленоид) по ГОСТ 8.377, протяженных образцов в пермеамetre средних полей ПСП-2 (далее пермеамetre) по ГОСТ 12119.2 и постоянных магнитов типа ЮНДК в пермеамetre сильных полей ПСП-3 (далее электромагнит) по ГОСТ 8.268.

1.1.2 Установка предназначена для эксплуатации в помещениях при температуре окружающего воздуха в диапазоне от плюс 10°C до плюс 40°C и относительной влажности до 80% при 25°C.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Объектом контроля являются кольцевые и протяженные образцы из магнитно-мягких материалов и постоянные магниты.

1.2.2 Размеры кольцевых образцов: внутренний диаметр от 4 мм до 80 мм, наружный диаметр от 6 мм до 100 мм, высота от 4 мм до 20 мм. Допускается измерение образцов других размеров. Допуски на геометрические размеры образцов по ГОСТ 8.377. Размеры, масса и плотность образцов вводятся оператором с клавиатуры перед началом измерения.

1.2.3 Размеры протяженных образцов для измерения в соленоиде: пакет из полос длиной от 100 мм до 400 мм, сечением – квадрат со стороной от 1 мм до 10 мм; прутки длиной от 100 мм до 400 мм и поперечным размером до 10 мм. Допускается измерение образцов других размеров. Размеры образцов вводятся оператором с клавиатуры перед началом измерения.

1.2.4 Размеры протяженных образцов для измерения в пермеамetre: пакет из полос длиной от 400 до 600 мм, шириной 30 мм и поперечным сечением от 0,5 до 3,0 см<sup>2</sup>, прутки длиной от 400 до 600 мм и поперечным размером до 100 мм<sup>2</sup>. Допускается измерение образцов других размеров. Размеры образцов вводятся оператором с клавиатуры перед началом измерения.

1.2.5 Размеры магнитов для измерения в электромагните: длиной от 4 до 40 мм и поперечным размером от 5 до 50 мм. Допускается измерение образцов других размеров. Размеры вводятся оператором с клавиатуры перед началом измерения.

1.2.6 Материал образцов – магнитно-мягкие сплавы и электротехнические стали, сплав типа ЮНДК.

1.2.7 Измеряемые характеристики кольцевых образцов:

- магнитная петля гистерезиса В(Н) по точкам, Тл, А/м;
- основная кривая намагничивания В(Н) по точкам, Тл, А/м;

- остаточная индукция  $B_r$ , Тл;
  - коэрцитивная сила по индукции  $H_{св}$ , А/м;
  - максимальная магнитная проницаемость  $\mu_m$ ;
  - магнитная проницаемость  $\mu_e$  в заданном поле;
  - начальная магнитная проницаемость  $\mu_n$ ;
  - индукция в заданном поле  $B_n$ , Тл.
- 1.2.8 Измеряемые характеристики протяженных образцов в соленоиде:
- коэрцитивная сила по индукции  $H_{св}$ , А/м;
  - коэрцитивная сила по намагниченности  $H_{сJ}$ , А/м.
- 1.2.9 Измеряемые характеристики протяженных образцов в пермеамetre:
- величина магнитной индукции в полях 1000-30000 А/м.
- 1.2.10 Измеряемые характеристики магнитов в электромагните:
- остаточная индукция  $B_r$ , Тл;
  - коэрцитивная сила  $H_c$ , А/м;
  - произведения  $(B \cdot H)_{max}$  (максимальная энергия магнита), Дж/м<sup>3</sup>.
- 1.2.11 Диапазоны изменения намагничивающего тока для кольцевых образцов: первый - 0-0.05А, второй – 0-0.1А, третий – 0-0.5А, четвертый 0-1.0А, пятый – 0-5.0А, шестой – 0-10А. Погрешность установки тока при измерении не более  $\pm 0,2\%$  от максимального значения в диапазоне.
- 1.2.12 Диапазоны изменения намагничивающего тока для протяженных образцов в соленоиде: первый - 0-0.05А, второй – 0-0.1А, третий – 0-0.5А, четвертый 0-1.0А, пятый – 0-5.0А. Погрешность установки тока при измерении не более  $\pm 0,2\%$  от максимального значения.
- 1.2.13 Диапазоны изменения намагничивающего тока для протяженных образцов в пермеамetre: первый - 0-0.05А, второй – 0-0.1А, третий – 0-0.5А, четвертый 0-1.0А, пятый – 0-5.0А. Погрешность установки тока при измерении не более  $\pm 0,2\%$  от максимального значения.
- 1.2.14 Диапазоны изменения намагничивающего тока для магнитов в электромагните: первый - 0-0.05А, второй – 0-0.1А, третий – 0-0.5А, четвертый 0-1.0А, пятый – 0-5.0А, шестой – 0-10А. Погрешность установки тока при измерении не более  $\pm 0,2\%$  от максимального значения в диапазоне.
- 1.2.15 Относительная погрешность измерений для доверительной вероятности 0.95, не более:
- измерения точек магнитной петли гистерезиса и основной кривой намагничивания по индукции  $\pm 3\%$ , по напряженности магнитного поля  $\pm 2\%$  (на кольцевых образцах);
  - измерения остаточной индукции  $B_r$  и индукции в заданных полях  $\pm 3\%$  (на кольцевых образцах);
  - измерения коэрцитивной силы по индукции  $H_{св}$  (на кольцевых образцах)  $\pm 2\%$ ;
  - измерения магнитных проницаемостей  $\mu_m$ ,  $\mu_e$ ,  $\pm 5\%$ ;
  - измерения начальной магнитной проницаемости  $\mu_n$   $\pm 7\%$ ;
  - измерения коэрцитивной силы по индукции  $H_{св}$  и по намагниченности  $H_{сJ}$  (на протяженных образцах)  $\pm 2\%$ ;
  - измерения индукции  $B$  на протяженных образцах в пермеамetre  $\pm 3\%$ ;
  - измерения остаточной индукции  $B_r$  магнитов  $\pm 3\%$ ;
  - измерения коэрцитивной силы  $H_c$  магнитов  $\pm 3\%$ ;
  - измерения произведения  $(B \cdot H)_{max}$  магнитов  $\pm 8\%$ .
- 1.2.7 Эксплуатационные характеристики:
- напряжение питания, В, от сети 220  $\pm$  22;

- потребляемая мощность при питании от сети, ВА, не более 1000;
- габаритные размеры, мм, 510x150x300;
- масса, кг, не более 15;

1.2.16 Установка обеспечивает технические характеристики в пределах нормы через 5 минут после включения.

1.2.17 Установка допускает непрерывную работу в течение 8 часов и более.

1.2.18 Установка подлежит поверке в организациях, аккредитованных на право поверки, не реже 1 раза в 1 год.

### 1.3 Состав установки

1.3.1 В состав установки входят:

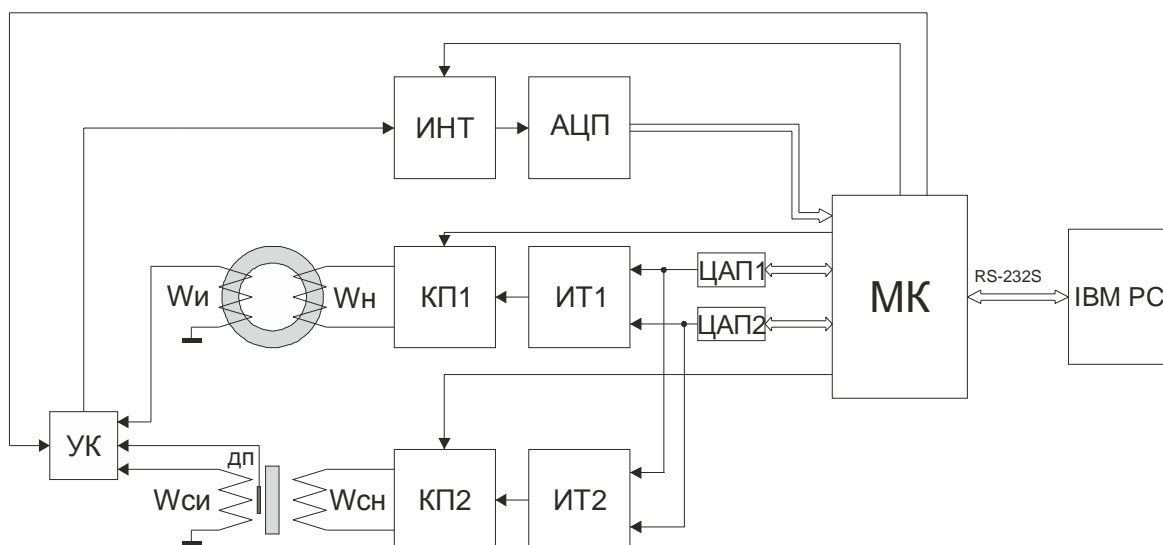
- электронный измерительно-управляющий блок и стабилизированный источник намагничивающего тока в едином корпусе (далее электронный блок);
- носитель с программным обеспечением;
- руководство по эксплуатации;
- Свидетельство о поверке Росстандарта;
- Копия Сертификата утверждения типа;
- компьютер;
- принтер;
- контрольный кольцевой образец.

1.3.2 Не рекомендуется устанавливать на компьютер игровые программы.

### 1.4 Устройство и работа установки

1.4.1 Принцип работы установки заключается в перемагничивании образца по петле гистерезиса и намагничивании по основной кривой намагничивания в постоянном поле по задаваемому режиму, измерении магнитной индукции и напряженности поля в точках петли гистерезиса и кривой намагничивания посредством коммутации намагничивающего поля и вычисления магнитных характеристик измеряемого образца.

1.4.2 Функциональная схема установки приведена на рис.1.



## **Рис. 1 Функциональная схема установки МК-3Э**

На рис.1 приняты обозначения:

- МК – микроконтроллер;
- ЦАП1, ЦАП2 – цифро-аналоговые преобразователи;
- ИТ1, ИТ2 – стабилизированные источники тока;
- КП1, КП2 – коммутаторы полярности намагничивающего тока;
- ИНТ – интегратор;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- Wн, Wи – намагничивающая и измерительная обмотки кольцевого образца или пермеаметра;
- Wсн – намагничивающая обмотка соленоида или электромагнита;
- Wси – измерительная катушка для протяженного образца или магнита;
- УК – управляемый ключ измерительных каналов;
- IBM PC – персональный компьютер.

1.4.3 При измерении кольцевого образца и протяженного образца в пермеаметре управляющие коды микроконтроллера МК поступают в намагничивающее устройство, состоящее из цифро-аналогового преобразователя ЦАП1, стабилизированного источника тока ИТ1 и коммутатора полярности КП1, которое преобразует управляющие входные коды в изменяющийся и переключающийся по заданной программе ток в намагничивающей обмотке Wн. Сигналы с измерительной обмотки Wи через управляемый ключ поступают на измерительное устройство, состоящее из управляемого интегратора ИНТ и АЦП, и преобразуются в цифровой код, соответствующий значению магнитной индукции в измеряемой точке петли гистерезиса или кривой намагничивания. Входной цифровой код микроконтроллер передает в компьютер. Компьютер IBM PC обрабатывает поступившие коды, определяет все заданные для измерения характеристики, представляет информацию в числовом и графическом виде на экране монитора и запоминает измерительную информацию в файле данных.

1.4.4 При измерении протяженного образца в соленоиде и магнита в электромагните управляющие коды микроконтроллера МК поступают в намагничивающее устройство, состоящее из цифро-аналогового преобразователя ЦАП2, стабилизированного источника тока ИТ2, коммутатора полярности КП2, которое преобразует управляющие входные коды в изменяющийся и переключающийся по заданной программе ток в намагничивающей обмотке Wсн. Сигналы с измерительной обмотки Wси поступают на измерительное устройство, состоящее из управляемого интегратора ИНТ и АЦП, и преобразуются в цифровой код, соответствующий значению магнитной индукции в измеряемой точке петли гистерезиса или кривой намагничивания. Входной цифровой код микроконтроллер передает в компьютер. Компьютер IBM PC обрабатывает поступившие коды, определяет все заданные для измерения характеристики, представляет информацию в числовом и графическом виде на экране монитора и запоминает измерительную информацию в файле данных.

1.4.5 Конструктивно установка выполнена в виде электронного блока, в котором размещены измерительно-управляющее устройство и управляемый источник стабилизированного намагничивающего тока для намагничивающих обмоток кольцевых образцов, соленоида, пермеаметра и электромагнита.

1.4.6 На передней панели электронного блока расположены 4-х контактные отжимные клеммы "Ин Ик" (черные) "Нн Нк" (красные) для подключения, соответственно, измерительной и намагничивающей обмоток кольцевого образца или пермеаметра, клеммы "Н" "К" для подключения намагничивающей обмотки соленоида или электромагнита, тумблер "Кольцо\Пермеаметр" и "Соленоид\Электромагнит" для включения режима изме-

рения кольца и пермеаметра (положение "1") или соленоида и электромагнита (положение "0"), светодиод индикации включения питания.

**Во время измерения должно быть подключено одно устройство (кольцо, соленоид, пермеаметр или электромагнит)!**

1.4.7 На задней панели электронного блока расположен разъем DB-9F для подключения к компьютеру, гнездо питания с предохранителем, сетевой выключатель.

## 1.5 Маркировка

1.5.1 На передней панели электронного блока нанесены:

- наименование установки;
- заводской номер;
- логотип предприятия-изготовителя;
- надпись "Нн Ин Ик Нк" около колодки с отжимными клеммами;
- надписи "Н" и "К" около клемм подключения намагничивающей обмотки соленоида или электромагнита;
- надпись "Кольцо\Пермеаметр" и "Соленоид\Электромагнит" около тумблера подключения намагничивающей обмотки кольца и пермеаметра или соленоида и электромагнита.

1.5.2 На таре упакованной установки по ГОСТ 14192 нанесено:

- полное или условное наименование грузополучателя;
- наименование пункта назначения;
- количество грузовых мест в партии;
- габаритные размеры грузового места;
- массы брутто и нетто;
- манипуляционные знаки 1, 3, 11, 19 по ГОСТ 14192.

## 1.6 Упаковка

1.6.1 Блоки установки должны быть упакованы в деревянные или картонные ящики с внутренними размерами не менее 500x150x300.

1.6.2 Эксплуатационная документация, поставляемая вместе с установкой, должна быть вложена в чехол из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 23170.

1.6.3 В каждый ящик должен быть вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и обозначение блока установки;
- состав комплекта поставки;
- дата упаковки;
- подпись лица, ответственного за упаковку;
- штамп предприятия-изготовителя.

## 2 Использование по назначению

## 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Установка предназначена для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от плюс 5°С до плюс 45°С и относительной влажности не более 98% при 25°С.

2.1.2 Для исключения влияния электромагнитных помех на работу электронного блока установки установить его на расстоянии не менее 2м от работающих электромагнитных устройств и металлических конструкций.

## 2.2 Подготовка установки к использованию

2.2.1 Вскрыть упаковочные ящики, предварительно убедившись в их целостности, вынуть электронный блок и внешним осмотром проверить комплектность изделия и соответствие его настоящему руководству.

2.2.2 С целью обеспечения мер безопасности запрещается приступать к работе с установкой, не ознакомившись с настоящим руководством по эксплуатации.

## 2.3 Использование установки

### 2.3.1 Подготовка установки к измерению

2.3...1 Присоединить электронный блок установки через разъем на задней панели к СОМ-порту системного блока РС IBM.

2.3...2 Присоединить кабель питания к гнезду питания и включить в сеть переменного тока.

2.3...3 Включить компьютер.

2.3...4 Создать на жестком диске компьютера рабочую папку, скопировать в нее файл "Sgl07.exe" и "Sgl07.ini" с носителя программного обеспечения.

2.3...5 Для измерения кольцевого образца подключить намагничивающую и измерительную обмотки с известным числом витков кольцевого образца с известными геометрическими размерами, массой и плотностью к отжимным клеммам "Нн Нк" (красные) и "Ин Ик" (черные), соответственно, на передней панели электронного блока.

2.3...6 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр Соленоид\Электромагнит" в положение "1".

2.3...7 Для измерения протяженного образца в пермеамetre поместить его в пермеаметр. Присоединить концы проводов от намагничивающей и измерительной обмоток к отжимным клеммам "Нн Нк" (красные) и "Ин Ик" (черные), соответственно, на передней панели электронного блока.

2.3...8 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр Соленоид\Электромагнит" в положение "1".

2.3...9 Для измерения протяженного образца в соленоиде поместить образец с надетой на него измерительной обмоткой в соленоид. Присоединить концы проводов от намагничивающей обмотки к клеммам "Н" и "К", а концы измерительной обмотки к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные).

2.3...10 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр Соленоид\Электромагит" в положение "0".

2.3...11 Для измерения магнита в электромагните поместить магнит с надетой на него измерительной обмоткой в межполюсное пространство электромагнита и зажать по-



люсами. Присоединить концы проводов от намагничивающей обмотки к клеммам "Н" и "К", а концы измерительной обмотки к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные).

- 2.3...12 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр Соленоид\Электромагит" в положение "0".
- 2.3...13 Включить тумблер "Сеть", при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания. Установка готова к измерению.
- 2.3...14 Запустить выполнение файла "Sgl07.exe". При первом запуске на экране монитора появляется сообщение "Файл не обнаружен. Создать новый?" и после подтверждения "ОК" в рабочей папке создаются файл Sgl07.log записи сообщений об ошибках, файлы Sgl07.gb0, Sgl07.gb1 хранения размеров и других исходных данных образцов и файл Sgl07.dat хранения измерительной информации.
- 2.3...15 При запуске программы при нарушении обмена данными с компьютером возможно появление сообщения "Ненадежная физическая связь устройства". Рекомендуется закрыть и перезапустить программу "Sgl07.exe".
- 2.3...16 Категорически запрещается производить подключение, отключение обмоток во время проведения измерения.

### 2.3.2 Руководство пользователя

2.3...1 Работа установки начинается запуском файла "Sgl07.exe". На экране появится основное окно (рис.2). Если установка не присоединена к компьютеру или не включена, то появляется окно с сообщением: "Error Устройство не найдено".

2.3...2 В верхней части экрана расположены:

- в первой строке кнопки "Измерения", "График", "Сервис", "О программе";
- во второй строке кнопки "История", "Результат", "Поверка";
- в третьей строке линейка индикации процесса измерения "Этап измерения" и надпись выполняемого этапа измерения, а также кнопки перехода и останова:



- переход на первое сохраненное измерение,



- переход на предыдущее измерение,



- переход на следующее измерение,



- переход на последнее измерение,



- отмена текущего измерения.

2.3...3 В графическом окне отображаются графики петли гистерезиса, кривой намагничивания, проницаемости, в текстовом окне – исходные данные и магнитные характеристики последнего измеренного образца. Внизу расположена строка значений поля, индукции и проницаемости в точке, отмеченной на графике курсором.

2.3...4 Кнопка "Измерения" открывает поверх основного окна меню с кнопками "Новое измерение", "Файл", "Копировать", "Экспорт", "Отчет", "Выход". (Рис.3).

2.3...5 Кнопка "Новое Измерение" открывает меню с окнами ввода исходных данных образца и типа измерения.

Исходные данные:

- Номер образца;
- Материал;
- Оператор.

Тип измерения:

- кольца;

- в соленоиде;
  - в эл. магните;
  - в пермеамetre.
- 2.3...6 Установка флажка в окошке "Измерение кольца" открывает окно ввода данных и параметров кольцевого образца (рис.4):
- Диаметры образца: Внутренний [мм] Наружный [мм];
  - Масса [г] и плотность [г/см <sup>3</sup>] образца;
  - Внутренний и наружный диаметры и высота каркаса [мм] (при установленном флажке в окошке "Каркас"), если измеряемый образец помещен в каркас;
  - Число витков намагничивающей и измерительной обмоток;
  - Диаметры проводов намагничивающей и измерительной обмоток и толщина изоляции [мм] между кольцом и измерительной обмоткой для автоматического учета потоков рассеяния вне сечения образца при определении индукции образца.
- 2.3...7 Измерение требуемых характеристик задают установкой флажка в соответствующем окошке:
- Петля гистерезиса;
  - Кривая намагничивания;
  - Начальная проницаемость;
  - Индукция в поле;
  - Только  $H_c$   $B_r$   $B_{max}$  (при отключенном флажке в окошке "Петля гистерезиса");
  - Способ задания максимального поля: "Явное значение" или "Отношение  $H_{max}/H_c$ ".
- 2.3...8 Установка флажка в окошке "Индукция в поле" открывает справа окно с заданными значениями магнитного поля, в которых измеряется индукция и проницаемость по кривой намагничивания. Напротив нужных полей установить флажки. После ввода исходных данных и измеряемых характеристик и нажатия кнопки "ОК" начинается автоматическое измерение.
- 2.3...9 Установка флажка в окошке "в соленоиде" открывает меню с окнами ввода исходных данных протяженного образца и измеряемых характеристик (Рис. 5):
- Номер образца;
  - Материал;
  - Оператор;
  - Длина [мм];
  - Сечение [мм<sup>2</sup>] образца;
  - Сечение [мм<sup>2</sup>] измерительной катушки;
  - Число витков измерительной катушки;
  - Окошки задания типа измерения "Петля гистерезиса", "Кривая размагнич.", "Только  $H_c$   $B_r$   $B_{max}$ ";
  - Окошко "Катушка поля" (при измерении в соленоиде не используется);
  - Окошки задания подключенных обмоток соленоида "Н1К1Н2К2Н3К3", "Н1-К1" и "Н2-К2";
  - Движок и окошко ввода для приблизительного и точного задания максимального поля от 0 до 4000 единиц "Максимальное поле [условные единицы] 1...4000";
  - Окошки задания диапазонов с максимальным током 0.05А, 0.10А, 0.5А, 1.0А и 5.0А, 10.0А.
- 2.3...10 При установке флажка в окошке "Кривая размагнич." дополнительно появляется движок и окошко ввода для приблизительного и точного задания величины поля размагничивания от 0 до 4000 единиц "Макс. размагничивающее поле [условные

- единицы] 1 ,, 4000" и окошки задания диапазонов с максимальным током размагничивания 0.05А, 0.10А, 0.5А, 1.0А, 5.0А и 10.0А (рис.6).
- 2.3...11 Установка флажка в окошке "Только Нс Вг" задает режим измерения участков петли вблизи коэрцитивной силы и остаточной индукции.
- 2.3...12 Установка флажка в окошке "в эл.магните" открывает меню с окнами ввода исходных данных образца для измерения в электромагните (Рис. 7).
- Номер образца;
  - Материал;
  - Оператор;
  - Длина [мм];
  - Сечение образца [мм<sup>2</sup>];
  - Сечение измерительной катушки [мм<sup>2</sup>];
  - Число витков измерительной катушки;
  - Окошко "Катушка поля" (не используется);
  - Окошко "Выбор калибровки";
  - Движок и окошко ввода для приблизительного и точного задания максимального поля от 0 до 4000 единиц "Максимальное поле [условные единицы] 1 ,, 4000";
  - Окошки задания пределов максимального тока 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0А и 10.0А. Появляются после выбора калибровки.
- 2.3...13 Установка флажка в окошке "в пермеамetre" открывает меню с окнами ввода исходных данных протяженного образца и измеряемых характеристик при измерении в пермеамetre (Рис.8):
- 2.3...14 Кнопка "Файл" (рис.9) открывает окно с сохраненным ранее на жестком диске файлом \*.dat с измерительной информацией, который можно загрузить взамен текущего файла данных SGL07.dat или другого. При последующих измерениях результаты измерений дописывается в файл \*.dat, находящийся в рабочей папке. В файле \*.dat можно сохранять результаты 200 измерений. Информация, хранящаяся в текущем файле SGL07.dat, находящемся в рабочей папке, отображается в окнах "Графика", "История". Пользователь может создавать свои файлы хранения данных под любым именем.
- 2.3...15 Кнопка "Копирование" помещает результаты выполненного измерения, приведенные в правом текстовом окне, в буфер памяти для дальнейшего использования в приложениях, например Excel.
- 2.3...16 Кнопка "Экспорт" (рис.10) открывает окно "Сохранить как", в котором задается директория и имя \*.txt текстового файла для сохранения результатов текущего измерения.
- 2.3...17 Кнопка "Отчет" открывает окно с протоколом выполненного измерения (рис.11).
- 2.3...18 Кнопка "Выход" прекращает работу установки и закрывает окно программы.
- 2.3...19 Кнопка "График" открывает поверх текущего окна вкладку с опциями работы с графиком (рис.12):
- Щелчок по надписи "Все" возвращает графическое изображение к исходному виду;
  - Щелчок по надписи "Увеличить" увеличивает центральную часть графического изображения. Чтобы увеличить другую часть графического изображения надо подвести к нему курсор и при нажатой левой кнопке мыши переместить курсор в этой области "слева - направо – сверху - вниз".
  - Щелчок по надписи "Уменьшить" уменьшает центральную часть графического изображения. Чтобы уменьшить другую часть графического изображения надо подвести к нему курсор и при нажатой левой кнопке мыши переместить курсор в этой области "справа - налево – сверху - вниз".

- Щелчок по надписи "Сетка Н" показывает вертикальные линии, соответствующие намагничивающему полю;
  - Щелчок по надписи "Сетка В" показывает горизонтальные линии, соответствующие индукции;
  - Щелчок по надписи "Сетка М" показывает горизонтальные линии, соответствующие магнитной проницаемости.
  - после щелчка левой кнопки мыши в точке на кривой графика в нижней строке появляются значения индукции В, напряженности поля Н и проницаемости М в этой точке.
- 2.3...20 Кнопка "Сервис" открывает поверх основного окна вкладку с кнопками "Настройка", "Калибровка магнита", "Доп. параметры", "Микровеберметр", "Калькулятор витков" (рис.13).
- 2.3...21 Кнопка "Настройка" открывает поверх основного окна вкладку с кнопками настройки режима измерения "Методы", "Поля", "Времена", "Повторы".
- 2.3...22 Кнопка "Методы" открывает окно выбора метода измерения, задания массы с плотностью или высоты кольцевого образца и задания опции измерения тока вблизи нуля для коррекции дрейфа (рис.14):
- "Логопериодический" – с разбиением диапазона поля от  $-H_m$  до  $+H_m$  на неравномерные интервалы для разных участков петли;
  - "Эквидистантный" – с разбиением диапазона поля от  $-H_m$  до  $+H_m$  на интервалы, на которых длины участков петли одинаковые;
  - "С выбором пределов тока" – с автоматическим переключением пределов тока на разных участках измерения петли;
  - Установка флажка в окошке "Измерение тока" включает опцию измерения тока вблизи нуля для коррекции дрейфа;
  - Установка флажка в окошке "Заданы Плотность и Масса" включает опцию вычисления сечения кольца через плотность и массу кольца (для наборных и витых образцов);
  - Установка флажка в окошке "Заданы Высота" включает опцию вычисления сечения кольца через его высоту (для сплошных образцов).
- 2.3...23 Рекомендуемый режим измерения "Эквидистантный".
- 2.3...24 Опцию "Измерение тока" рекомендуется применять для измерения начальной проницаемости.
- 2.3...25 Кнопка "Поля" (рис.15) открывает поверх основного окна вкладку с окнами ввода задаваемых величин напряженностей поля.
- В левом окне задаются величины полей, при которых будут определяться индукция на кривой намагничивания и магнитная проницаемость, если указанная напряженность поля попадает в рабочий интервал. Значения полей в окне могут быть удалены, изменены и добавлены новые значения.
  - Справа в верхних окнах задают в явном виде величины максимальных полей измерения петли гистерезиса и кривой намагничивания в единицах А/м на кольцевых образцах и в пермеамetre.
  - В средних окнах задают максимальные поля измерения петли гистерезиса и кривой намагничивания кольцевого образца и в пермеамetre через отношение, кратное величине коэрцитивной силы.
  - В нижнем окне задают максимальное поле размагничивания.
- 2.3...26 Кнопка "Времена" (рис.16) открывает поверх основного окна вкладку с окнами задаваемых времен выдержки в точках перед измерением в миллисекундах:
- Для петли гистерезиса – выдержка в точках на ветвях петли гистерезиса;

- При размагничивании – выдержка после переключения направления поля при каждом значении поля при размагничивании;
  - Для кривой намагничивания – выдержка в точках на кривой намагничивания;
  - При измерения в соленоиде - время измерения петли гистерезиса протяженного образца в соленоиде.
  - Автоматическое определение времени – режим автоматического определения времени измерения точки петли. Если установлено недостаточное время измерения, то после начала измерения появится окно с сообщением какое время требуется установить, и оператор может согласиться "ОК" или отказаться "Ignore".
  - Выдержка после размагничивания [с]
    - Для Намагничивания - время начала измерения петли гистерезиса после окончания размагничивания
    - Для Начальной проницаемости - время начала измерения начальной проницаемости после окончания размагничивания;
- 2.3...27 Кнопка "Повторы" (рис.17) открывает поверх основного окна вкладку с окнами задания числа повторных измерений:
- "Точек петли гистерезиса" - в каждой точке петли гистерезиса;
  - "Точек кривой намагничивания" - в каждой точке кривой намагничивания;
  - "Точек начального участка кривой от " - в нижней граничной и верхней граничной точках начального участка кривой намагничивания, причем количество повторов увеличивается к нижней границе, чтобы повысить точность измерения начальной проницаемости;
  - "Число предварительных коммутаций" - число коммутаций максимального поля при магнитной подготовке.
- 2.3...28 После редактирования задаваемых параметров измерений в пунктах меню "Методы", "Поля", "Времена", "Повторы" нажать кнопку "Принять".
- 2.3...29 Кнопка "Электромагнит, Калибровка" открывает окно для калибровки электромагнита (Рис.18).
- 2.3...30 В окошках "Зазор [мм]", "Время [мс]", "Сечение [мм<sup>2</sup>]", "Витков" оператор задает, соответственно, длину магнита (расстояние между полюсами), поточечное время прохождения петли, диаметр магнита и число витков измерительной катушки. В окошках "Диапазоны токов" оператор задает максимальные значения токов при калибровке. В правом окне "Имеющиеся калибровки" отображаются параметры имеющихся калибровок. Рекомендуется последовательно выполнить шесть калибровок для токов 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0 и 10.0 А.
- 2.3...31 При щелчке правой кнопки по выделенной строке с калибровкой появляется вкладка с кнопками "Удалить" и "Показать".
- 2.3...32 Щелчок левой кнопкой по надписи "Удалить" удаляет выбранную калибровку.
- 2.3...33 Щелчок левой кнопки по надписи "Показать" открывает окно с калибровочными кривыми (рис.19). Для показа кривых надо щелкнуть по окошку с выбранным диапазоном "0.05", "0.1", "0.5", "1.0", "5.0", "1.0".
- 2.3...34 Кнопка "Доп. настройки" является служебной и закрыта для пользователя.
- 2.3...35 Кнопка "Микровеберметр" открывает окно работы микровеберметра (в этой установке не используется).
- 2.3...36 Кнопка "Калькулятор витков" открывает окно для расчета максимально допустимого числа витков измерительной катушки, при котором величина измерительного сигнала превышает верхний диапазон шкалы и расчета минимального числа витков намагничивающей обмотки для достижения заданного поля по заданным габаритам образца, толщине изоляции, заданному полю и максимальной индукции (рис.20).

- 2.3...37 Кнопка "О программе" открывает окно с информацией об используемой версии программы (рис. 21).
- 2.3...38 Вкладка "История" открывает окно с таблицей всех выполненных и сохраненных в рабочем файле \*.dat измерений. Щелчок левой кнопки мыши по строке выделяет ее. Выделение нескольких соседних строк производится перемещением курсора при нажатой левой кнопке. Щелчок правой кнопкой на строке открывает вкладку с кнопками "Экспорт", "Копировать", "Отчет", "Отчет полн." (рис. 22).
- 2.3...39 Щелчок левой кнопки мыши по пункту меню "Экспорт" открывает окно сохранения результатов выделенных строк в текстовый файл \*.txt, которому пользователь может присвоить любое имя (рис. 10).
- 2.3...40 Щелчок левой кнопки мыши по пункту меню "Копировать" копирует выделенные строки в буфер для последующей вставки в приложения, например в Excel (Таблица 1).
- 2.3...41 Щелчок левой кнопки мыши по пункту меню "Отчет" копирует все измеренные характеристики выделенных строк в буфер для последующей вставки в Excel, в виде протокола измерения (Таблица 2).
- 2.3...42 Щелчок левой кнопки мыши по пункту меню "Отчет полн." копирует протокол, а также все измеренные значения выделенной строки в буфер для последующей вставки в приложения, например в Excel (Таблица 3).
- 2.3...43 Работа с результатами измерений протяженных образцов в соленоиде и пермеа-метре и магнитов в электромагните выполняется аналогично.
- 2.3...44 Вкладка "Результат" открывает основное окно с результатами измерения в графическом и числовом виде.
- 2.3...45 Для кольцевого образца в левой части окна "Результат" (Рис. 2) графически представлены петля гистерезиса, кривая намагничивания и кривая проницаемости. По оси ординат цифры слева – индукция в Тл, справа – проницаемость в гс/э. В правом поле окна представлены исходные данные последнего измеренного образца и результаты измерения:
- От: 05-05-2011 17:48:25 - дата и время проведения измерения;
  - Время: 0:23:48 - длительность измерения чч:мм:сс;
  - Образец: 79НМ - наименование образца;
  - Материал: - материал образца;
  - Оператор: - фамилия оператора выполнявшего измерение;
  - Измерение кольца - тип измерения;
  - Dвн= 35,4 мм - внутренний диаметр образца;
  - Dн= 44,5 мм - наружный диаметр образца;
  - Высота: 11,0 мм – вычисленная высота образца;
  - Масса: 23,8 г - масса образца;
  - Плотность: 8,6 г/см<sup>3</sup> - плотность образца;
  - Обмотки:  
Намагн. 11 - число витков намагничивающей обмотки  
Измерит. 96 - число витков измерительной обмотки;
  - Hс=1,3248 А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
  - Bг=0,4405 Тл - результат измерения остаточной индукции;
  - Hmax=49,860 А/м - максимальное поле измерения петли и кривой;
  - Bmax= 0,6953 Тл - индукция в поле Hmax;
  - Проницаемость:  
M<sub>ju</sub> max=172572,47 - относительная максимальная проницаемость  
При H=12,8 А/м - поле максимальной проницаемости

$B=0,290$  Тл - индукция в поле максимальной проницаемости;  
 $M_{j0}=16309,67$  – относительная начальная проницаемость,  
 $M_{j0.04}=20037,80$  – относительная проницаемость в поле  $0,04$  А/м,  
 $M_{j0.08}=21705,24$  – относительная проницаемость в поле  $0,08$  А/м;

- Выдержка мс 120 – время выдержки перед измерением в точке для петли гистерезиса;
  - Использовано шкалы 1 канал: 6.7938%.
- 2.3...46 Для протяженного образца, измеренного в соленоиде, в окне "Результат" (рис.23) отображается петля гистерезиса, исходные данные и результаты измерения:
- От: 29-10-2007 16:20:44 - дата и время проведения измерения;
  - Время: 0:04:01 - длительность измерения чч:мм:сс;
  - Образец: 426 - наименование образца;
  - Материал: 10895;
  - Оператор: ЛЛ - фамилия оператора выполнявшего измерение;
  - Измерение в соленоиде - тип измерения;
  - Длина (мм) 100,0 - длина образца;
  - Сечение  
Образца (мм<sup>2</sup>) 100,0 - вычисленное сечение образца;  
Катушки (мм<sup>2</sup>) 102,0 - сечение измерительной катушки;
  - Витков 50 шт - число витков измерительной катушки;
  - $H_c=101,4200$  А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
  - $B_r=7,39E-2$  Тл - результат измерения остаточной индукции;
  - $H_{max}=38549,000$  А/м - максимальное поле измерения петли;
  - $B_{max}= 1,9307$  Тл - индукция в поле  $H_{max}$ ;
  - Использовано: шкала 1:65,6137% – отношение максимального измерительного сигнала к верхнему пределу шкалы в процентах.
- 2.3...47 Для протяженного образца, измеренного в соленоиде методом сброса, в окне "Результат" (рис.24) отображается участок петли гистерезиса вблизи коэрцитивной силы, исходные данные и результаты измерения:
- От: 29-10-2007 16:20:44 - дата и время проведения измерения;
  - Время: 0:04:01 - длительность измерения чч:мм:сс;
  - Образец: 426 - наименование образца;
  - Материал: 10895;
  - Оператор: ЛЛ - фамилия оператора выполнявшего измерение;
  - Измерение в соленоиде - тип измерения;
  - Длина (мм) 100,0 - длина образца;
  - Сечение  
Образца (мм<sup>2</sup>) 100,0 - вычисленное сечение образца;  
Катушки (мм<sup>2</sup>) 102,0 - сечение измерительной катушки;
  - Витков 50 шт - число витков измерительной катушки;
  - $H_c=101,4200$  А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
  - $B_r=7,39E-2$  Тл - результат измерения остаточной индукции;
  - $H_{max}=38549,000$  А/м - максимальное поле измерения петли;
  - $B_{max}= 1,9307$  Тл - индукция в поле  $H_{max}$ ;
  - Использовано: шкала 1:65,6137% – отношение максимального измерительного сигнала к верхнему пределу шкалы в процентах.
- 2.3...48 Для протяженного образца, измеренного в соленоиде методом "Только  $H_c$   $B_r$ ", в окне "Результат" (рис.25) отображается участок петли гистерезиса вблизи коэрцитивной силы, исходные данные и результаты измерения:

- От: 29-10-2007 16:20:44 - дата и время проведения измерения;
  - Время: 0:04:01 - длительность измерения чч:мм:сс;
  - Образец: 426 - наименование образца;
  - Материал: 10895;
  - Оператор: ЛЛ - фамилия оператора выполнявшего измерение;
  - Измерение в соленоиде - тип измерения;
  - Длина (мм) 100,0 - длина образца;
  - Сечение  
Образца (мм<sup>2</sup>) 100,0 - вычисленное сечение образца;  
Катушки (мм<sup>2</sup>) 102,0 - сечение измерительной катушки;
  - Витков 50 шт - число витков измерительной катушки;
  - $H_c=101,4200$  А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
  - $B_r=7,39E-2$  Тл - результат измерения остаточной индукции;
  - $H_{max}=38549,000$  А/м - максимальное поле измерения петли;
  - $B_{max}= 1,9307$  Тл - индукция в поле  $H_{max}$ ;
  - Использовано: шкала 1:65,6137% – отношение максимального измерительного сигнала к верхнему пределу шкалы в процентах.
- 2.3...49 Метод "Только  $H_c$   $B_r$ " находится в стадии доработки, поэтому рекомендуется использовать его только как вспомогательный.
- 2.3...50 Для протяженного образца, измеренного в пермеамetre, в левой части окна "Результат" (рис.26) графически представлены петля гистерезиса, кривая намагничивания и кривая проницаемости. По оси ординат цифры слева – индукция в Тл, справа – проницаемость в гс/э. В правом поле окна представлены исходные данные последнего измеренного образца и результаты измерения:
- От: 06-06-2011 13:48:25 - дата и время проведения измерения;
  - Время: 0:05:14 - длительность измерения чч:мм:сс;
  - Образец: 3 - наименование образца;
  - Материал: - материал образца;
  - Оператор: - фамилия оператора выполнявшего измерение;
  - Измерение в пермеамetre - тип измерения;
  - Длина 120,0 мм - внутренний диаметр образца;
  - Сечение  
Образца 63,6 мм<sup>2</sup> – сечение образца;
  - Катушки 132,8 мм<sup>2</sup> – сечение катушки;
  - Витков 200 – число витков измерительной катушки;
  - $H_c=89,0860$  А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
  - $B_r=1,1217$  Тл - результат измерения остаточной индукции;
  - $H_{max}=2489,300$  А/м - максимальное поле измерения петли и кривой;
  - $B_{max}= 1,4053$  Тл - индукция в поле  $H_{max}$ ;
  - Проницаемость:  
 $M_{ju\ max}=5572,47$  - относительная максимальная проницаемость  
При  $H=122,8$  А/м - поле максимальной проницаемости  
 $B=0,860$  Тл - индукция в поле максимальной проницаемости;  
 $M_{ju0}=77,67$  – относительная начальная проницаемость,  
 $M_{ju\ 0.04}=92,46$  – относительная проницаемость в поле 0.04 А/м,  
 $M_{ju\ 0.08}=107,24$  – относительная проницаемость в поле 0,08 А/м;
  - Выдержка мс 40 – время выдержки перед измерением в точке для петли гистерезиса;



2.3...51 Для магнита, измеренного в электромагните, окне "Результат" отображается петля гистерезиса, исходные данные и результаты измерения (рис.27):

- От: 08-11-2007 15:38:16- дата и время проведения измерения;
- Время: 0:03:56 - длительность измерения чч:мм:сс;
- Образец: наименование образца;
- Материал: ЮНДК - материал образца;
- Оператор: Лит Л. - фамилия оператора выполнявшего измерение;
- Измерение в электромагните - тип измерения;
- Длина (мм) 21,0 - длина образца;
- Сечение

Образца (мм<sup>2</sup>) 176,7 - вычисленное сечение образца;

Катушки (мм<sup>2</sup>) 190,0 - сечение измерительной катушки;

- Витков 10 шт - число витков измерительной катушки;
- $H_c=53694,00$  А/м - результат измерения коэрцитивной силы;
- $B_r=1,2441$  Тл - результат измерения остаточной индукции;
- $H_{max}=3,7666E5$  А/м - максимальное поле измерения петли;
- $B_{max}= 1,8238$  Тл - индукция в поле  $H_{max}$ ;
- Максимальная энергия магнита:  $\max BH = 3.631E4$  при  $H = -3,797E4$  А/м

- Использовано: шкала 1:7,4937% – отношение максимального измерительного сигнала к верхнему пределу шкалы в процентах.

2.3...52 Кнопка "Проверка" открывает окно проверки (рис.28) калибровки каналов тока и магнитного потока и необязательный для пользователя. Используется аккредитованными органами Росстандарта для проверки установки и необязательно для пользователя.

### 2.3.3 Измерение кольцевого образца

2.3...1 Подключить намагничивающую и измерительную обмотки с известным числом витков кольцевого образца с известными геометрическими размерами к отжимным клеммам "Нн Нк" и "Ин Ик", соответственно.

2.3...2 Включить тумблер "Сеть", при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания. Установка готова к измерению кольцевого образца.

2.3...3 Запустить выполнение файла "Sgl07.EXE". На экране монитора появляется основное окно.

2.3...4 В меню "Сервис\Настройка" задать параметры режима измерения. Рекомендуемые для задания величины:

- максимального поля петли гистерезиса больше коэрцитивной силы в 30-40 раз;
- максимальное поле размагничивания не менее максимального поля петли;
- дополнить список фиксированных значений поля требуемыми величинами;
- выдержка в точке перед измерением (мс):
  - измерения точки петли – 120 – 240 (чем массивнее образец, тем больше время);
  - размагничивания – 20 – 30;
  - в точке кривой намагничивания – 120 – 240;
  - измерения в соленоиде – любое.
- выдержка после размагничивания не менее (с)
  - для намагничивания – 30
  - для начальной проницаемости 60;
- повторов

точек петли гистерезиса - 3;  
точек кривой намагничивания - 3;  
точек начального участка кривой от 20;  
число предварительных коммутаций -10.

- 2.3...5 При выборе в пункте "Сервис\Настройки\Метод" задания массы и плотности появляется окно "Измерение\Новое измерение" (рис.4).
- 2.3...6 В окне "Измерение\Новое измерение" (рис.4) задать значения массы и плотности.
- 2.3...7 При выборе в пункте "Сервис\Настройки\Метод" задания высоты появляется окно "Измерение\Новое измерение" (рис.29).
- 2.3...8 В окне "Измерение\Новое измерение" (рис.29) задать измеренное значение высоты.
- 2.3...9 В меню "Измерение\Новое измерение" (рис.4, 29) установить флажок в окошке "Измерение кольца" и задать параметры измеряемого образца, отметить флажками измеряемые характеристики, задать критерий максимального поля в явном виде или через отношение к  $H_c$ .
- 2.3...10 Для сохранения введенных параметров образца установить курсор на сером фоне окна "Новое измерение", щелчком правой кнопки открыть всплывающее меню "Выбрать Добавка" и щелкнуть по опции "Добавка".
- 2.3...11 Если ранее были сохранены идентичные параметры образца, можно не вводить заново параметры измеряемого образца, а установить курсор на сером фоне окна "Новое измерение", щелчком правой кнопки открыть всплывающее меню "Выбрать Добавка" и щелкнуть по опции "Выбрать".
- 2.3...12 Нажатие кнопки "ОК" начинает автоматическое измерение.
- 2.3...13 Установкам в автоматическом режиме выполняет следующие этапы:
  - определение диапазона намагничивающего поля;
  - магнитная подготовка – коммутация в максимальном поле;
  - измерение петли гистерезиса и определение ее характеристик по методике ГОСТ 8.377-80;
  - размагничивание перед измерением кривой намагничивания;
  - измерение коммутационной кривой намагничивания;
  - определение магнитной проницаемости по результатам измерений точек кривой намагничивания;
  - определение максимальной магнитной проницаемости;
  - размагничивание перед определением начальной магнитной проницаемости;
  - определение начальной магнитной проницаемости;
  - определение магнитной проницаемости и индукции в заданном поле.
- 2.3...14 По окончании измерений результаты в виде петли гистерезиса, кривой намагничивания, кривой проницаемости отображаются графически в окне "Результат", и в правом поле отображаются исходные данные и численные значения определенных магнитных характеристик.

#### 2.3.4 Измерение протяженного образца в соленоиде СД-3

- 2.3...1 Поместить протяженный образец с надетой на его центральную часть измерительной катушкой в центр соленоида СД-3.
- 2.3...2 Присоединить провода от намагничивающей обмотки соленоида к клеммам "Соленоид", а измерительную катушку к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные) на передней панели электронного блока.
- 2.3...3 Включить тумблер "Сеть", при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания. Установка готова к измерению протяженного образца.

- 2.3...4 В окне "Сервис\Настройка" установить величину выдержки в точке перед измерением в соленоиде.
- 2.3...5 Рекомендуемое время 40-80 мс.
- 2.3...6 Открыть окно "Новое измерение". Установить флажок измерения в окошке "Измерение в соленоиде" и ввести номер образца, материал, данные оператора, длину и сечение измеряемого образца, сечение и количество витков измерительной катушки. Поставить флажок в окошке подключенной обмотки "Н1К1Н2К2Н3К3" или "Н2-К2" или "Н3-К3" и в окошке максимального значения тока диапазона "0.05А", "0.1А", "0.5А", "1.0А", "5.0А". Движком или в окошке установить величину максимального поля в условных единицах от 0 до 4000.
- 2.3...7 Нажатие кнопки "ОК" начинает автоматическое измерение.
- 2.3...8 По окончании измерений результаты в виде петли гистерезиса отображаются графически в окне "Графика", и в правом поле отображаются исходные данные и численные значения определенных магнитных характеристик.

### 2.3.5 Измерение протяженного образца в соленоиде СД-3 методом сброса

- 2.3...1 Поместить в соленоид измерительную оснастку с размещенным в ней образцом.
- 2.3...2 Присоединить провода от намагничивающей обмотки соленоида к клеммам "Соленоид", а измерительную катушку к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные) на передней панели электронного блока.
- 2.3...3 Включить тумблер "Сеть", при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания. Установка готова к измерению протяженного образца.
- 2.3...4 В окне "Сервис\Настройка" установить выдержку в точке перед измерением в соленоиде.
- 2.3...5 Открыть окно "Новое измерение". Установить флажок измерения в окошке "в соленоиде" и ввести номер образца, материал, данные оператора, длину и сечение измеряемого образца, сечение и количество витков измерительной катушки. Поставить флажок в окошке подключенной обмотки "Н1К1Н2К2Н3К3" или "Н2-К2" или "Н3-К3" и в окошке максимального значения тока диапазона "0.05А", "0.1А", "0.5А", "1.0А", "5.0А". Движком или в окошке установить величину максимального поля в условных единицах от 0 до 4000.
- 2.3...6 Поставить флажок в окошке "Кривая размагничивания", при этом появятся дополнительные окошко и движок для задания размагничивающего поля "Макс. Размагничивающее поле" и окошки диапазонов тока с максимальными значениями "0.05А", "0.1А", "0.5А", "1.0А" и "5.0А". Поставить флажок в окошке максимального значения тока диапазона, как правило, в меньшем, чем при намагничивании. Например, если при намагничивании установлен диапазон "5А", то при размагничивании желательно установить "0.5А" или "0.1А". Движком или в окошке установить величину максимального поля размагничивания в условных единицах от 0 до 4000.
- 2.3...7 Нажатие кнопки "ОК" начинает автоматическое измерение.
- 2.3...8 При предварительном измерении производится измерение дрейфа нуля измерительного сигнала и его компенсация. При этом в рабочем окне индицируется движущаяся линия дрейфующего сигнала и надпись "Компенсация дрейфа нуля". Затем выполняется намагничивание в максимальном поле в положительном направлении с последующим уменьшением поля до нуля. При этом последовательно появляются сообщения "Устанавливаем максимальное поле" и "Уменьшаем поле и определяем Br".

- 2.3...9 После выключения поля в рабочем окне появляется надпись "Нажмите "Старт" и выньте образец". После выполнения этих действий производится измерение остаточной индукции образца и определение нулевого уровня индукции. По окончании появляется надпись "Вставьте образец и нажмите кнопку "Старт"".
- 2.3...10 После нажатия кнопки "Старт" выполняется размагничивание в отрицательном направлении. По окончании появляется надпись "Измерение закончено" и после нажатия "ОК" появляется окно, в котором графически отображается часть нисходящей ветви петли гистерезиса, а в правом поле исходные данные и численные значения измеренной коэрцитивной силы по индукции  $H_cV$  и вычисленная по измеренным значениям точек нисходящей петли коэрцитивная сила по намагниченности  $H_cJ$  (рис.24).
- 2.3...11 Рекомендуется задавать размагничивающее поле такой величины, чтобы линия нулевой индукции пересекала нисходящую ветвь приблизительно в верхней четверти графика. Если линия нулевой индукции пересекает нисходящую ветвь ниже середины, то для повышения точности измерения коэрцитивной силы рекомендуется уменьшить величину максимального размагничивающего поля (п.2.3.5.6).

### 2.3.6 Измерение протяженного образца в электромагните

- 2.3...1 Для измерения магнитов разных типоразмеров необходимо предварительно выполнить калибровку установки для каждого типоразмера. Калибровка выполняется следующим образом. На немагнитный шаблон (желательно диэлектрический) такого же типоразмера как магнит надеть измерительную катушку с известным сечением и числом витков. Поместить его между полюсами электромагнита в центре и зажать.
- 2.3...2 Присоединить провода от намагничивающей обмотки электромагнита к красным клеммам "Соленоид\Электромагнит", а измерительную катушку к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные) на передней панели электронного блока.
- 2.3...3 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр" в нижнее положение "0".
- 2.3...4 Включить тумблер "Сеть" электронного блока, при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания.
- 2.3...5 Открыть окно "Сервис\Калибровка магнита" (рис.18), в окошках задать размеры шаблона и число витков измерительной обмотки, поставить 250 в окошке "Время" и флажки в окошко 5.0А. Нажать кнопку "Калибровать". Производится калибровка в автоматическом режиме. Время калибровки приблизительно 40 минут. По окончании калибровки в окне "Имеющиеся калибровки" появляется запись вида "Т=250 L=21.00 I=[~5.0A]". Нажать "ОК" для сохранения выполненной калибровки.
- 2.3...6 Открыть окно "Сервис\Калибровка магнита" (рис.18), в окошках задать размеры шаблона и число витков измерительной обмотки, поставить 250 в окошке "Время" и флажки в окошко 10.0А. Нажать кнопку "Калибровать". Производится калибровка в автоматическом режиме. Время калибровки приблизительно 40 минут. По окончании калибровки в окне "Имеющиеся калибровки" появляется запись вида "Т=250 L=21.00 I=[~10.0A]". Нажать "ОК" для сохранения выполненной калибровки.
- 2.3...7 Измерение выполняется следующим образом. Поместить магнит с надетой на него измерительной катушкой между полюсами электромагнита в центре и зажать.
- 2.3...8 Присоединить провода от намагничивающей обмотки электромагнита к красным клеммам "Соленоид\Электромагнит", а измерительную катушку к отжимным клеммам "Ин Ик" (черные) на передней панели электронного блока.
- 2.3...9 Включить тумблер "Кольцо\Пермеаметр" в нижнее положение "1".

- 2.3...10 Включить тумблер "Сеть" электронного блока, при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания.
- 2.3...11 Открыть окно "Измерение\Новое измерение" и поставить флажок в окошке "Измерение в электромагните" (рис.7).
- 2.3...12 Записать в окошки "Длина", "Сечение образца", "Сечение катушки" и "Витков катушки" соответствующие значения.
- 2.3...13 Нажать кнопку с треугольником в окне "Выбор калибровки электромагнита" и в появившихся записях, выполненных ранее калибровок выбрать калибровку для этого типоразмера магнита.
- 2.3...14 В появившихся окнах "Предел максимального тока" поставить флажок в окошке "5.0А" или "10.0А".
- 2.3...15 Движком или в окошке выставить максимальный ток в диапазоне от 0 до 4000 условных единиц.
- 2.3...16 Нажатие кнопки "ОК" начинает автоматическое измерение.
- 2.3...17 По окончании измерений результаты в виде петли гистерезиса отображаются графически в окне "Графика", и в правом поле отображаются исходные данные и численные значения определенных магнитных характеристик.

### **2.3.7 Измерение протяженного образца в пермеамetre**

- 2.3...1 Поместить протяженный образец в пермеамetre.
- 2.3...2 Присоединить провода от намагничивающей обмотки пермеамetra к красным отжимным клеммам "Нн Нк", провода от измерительной обмотки к черным отжимным клеммам "Ин Ик" на передней панели электронного блока.
- 2.3...3 Включить тумблер "Сеть" электронного блока, при этом должен загореться светодиод индикации наличия питания.
- 2.3...4 В меню "Сервис\Настройки" задать параметры режима измерения.
- 2.3...5 В меню "Измерение\Новое измерение" установить флажок в окошке "Измерение в пермеамetre" и задать параметры измеряемого образца, отметить флажками измеряемые характеристики, задать критерий максимального поля в явном виде или через отношение к  $H_c$ .
- 2.3...6 Для сохранения введенных параметров образца установить курсор на сером фоне окна "Новое измерение", щелчком правой кнопки открыть всплывающее меню "Выбрать Добавка" и щелкнуть по опции "Добавка".
- 2.3...7 Если ранее были сохранены идентичные параметры образца, можно не вводить заново параметры измеряемого образца, а установить курсор на сером фоне окна "Новое измерение", щелчком правой кнопки открыть всплывающее меню "Выбрать Добавка" и щелкнуть по опции "Выбрать".
- 2.3...8 Нажатие кнопки "ОК" начинает автоматическое измерение.
- 2.3...9 По окончании измерений результаты в виде петли гистерезиса, кривой намагничивания, кривой проницаемости отображаются графически в окне "Результат", и в правом поле отображаются исходные данные и численные значения определенных магнитных характеристик.

### **2.3.8 Измерение в режиме "Поверка"**

- 2.3...1 Подключить первичную обмотку (Н1, К1) катушки взаимной индуктивности (КВИ) с последовательно включенным амперметром к клеммам (Нн НК) и измерительную обмотку (Н2, К2) к клеммам (Ин Ик).
- 2.3...2 В окне "Поверка" для поверки канала тока поставить флажок в окошке "Установить ток", для поверки канала магнитного потока – в окошке "Поток".
- 2.3...3 В режиме поверки тока в окошке "Ток" установить величину тока, пропускаемого через первичную обмотку образцовой катушки взаимной индуктивности и нажать кнопку "Выполнить". Величина тока, поступающая в первичную обмотку КВИ, измеряется амперметром и сравнивается с заданной.
- 2.3...4 В режиме поверки магнитного потока в окошке "Ток" установить величину тока I в диапазоне 0.01-1А и нажать кнопку "Выполнить". В автоматическом режиме в первичной обмотке КВИ установится ток заданной величины и переключится с положительного на отрицательное. В строке на панели окна появятся значения тока I в А и запись вида:

К1 XXXXXXXX    ФФФФФФФ  
 К2 XXXXXXXX    XXXXXXXX

где ФФФФФФ - измеренная величина магнитного потока в Фи в Вб,  
 остальные три числа – вспомогательные, для оценки точности калибровки.

- 2.3...5 Вычислить поток Фм во вторичной обмотке КВИ:

$$\Phi_m = M \times \Delta I,$$

где  $\Delta I = +I - (-I)$ ;

M – коэффициент взаимной индуктивности КВИ.

- 2.3...6 Сравнить значения потоков Фи и Фм

## 3 Техническое обслуживание

### 3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание установки включает внешний осмотр и проверку работоспособности.

### 3.2 Меры безопасности при работе с установкой

3.2.1 Перед включением в сеть электронного блока, необходимо проверить наличие предохранителя.

3.2.2 При монтаже и эксплуатации установки должны соблюдаться требования Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок (правила безопасности) ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.

3.2.3 Перед работой блок питания необходимо заземлить с помощью клемм на задней панели.

3.2.4 Смена предохранителя должна производиться только после отключения электронного блока от сети.

## 4 Поверка установки

4.1 Поверка установки МК-3Э проводится в соответствии с методикой поверки МП 71-261-2008 "Установка магнитоизмерительная МК-3Э".

4.2 Установка магнитоизмерительная МК-3Э № \_\_\_\_\_ соответствует настоящему руководству по эксплуатации.

4.3 Свидетельство о поверке прилагается.

## 5 Текущий ремонт

5.1 Ремонт установки осуществляет предприятие-изготовитель. В течение гарантийного срока потребитель имеет право на бесплатный ремонт установки при наличии документа, подтверждающего дату приемки.

5.2 Текущий ремонт, не связанный с разборкой установки: замена предохранителей, подключение, отключение установки от компьютера выполняется персоналом предприятия-пользователя. Все виды текущего ремонта выполняются при полном отключении блоков установки и компьютера от питающей сети ~220 В.

5.3 При отказе в работе или неисправности установки потребитель должен составить акт о необходимости ремонта. Неисправная установка с актом должна быть отправлена изготовителю.

## 6 Хранение

6.1 Хранение установки на складах изготовителя и потребителя должно соответствовать условиям хранения 1 ГОСТ 15150.

## 7 Транспортирование

7.1 Транспортирование установки должно производиться в соответствии с ГОСТ 12997 в закрытом транспорте (железнодорожных выгонах, контейнерах, закрытых автомашинах, трюмах судов, герметизированных отсеках самолетов и т.д.). Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики с блоками установки не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

## 8 Сведения об изготовителе и гарантийные обязательства

Изготовитель: ЗАО "НПО "Интротест".

620049, г. Екатеринбург, К-49, а/я 105.

Тел/Факс. (343) 375-49-12.

E-mail: [levnik@r66.ru](mailto:levnik@r66.ru)

8.1 Средний срок работы установки МК-3Э при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, установленных техническими условиями 4276-003-20872-624-2002, – не менее 5 лет.

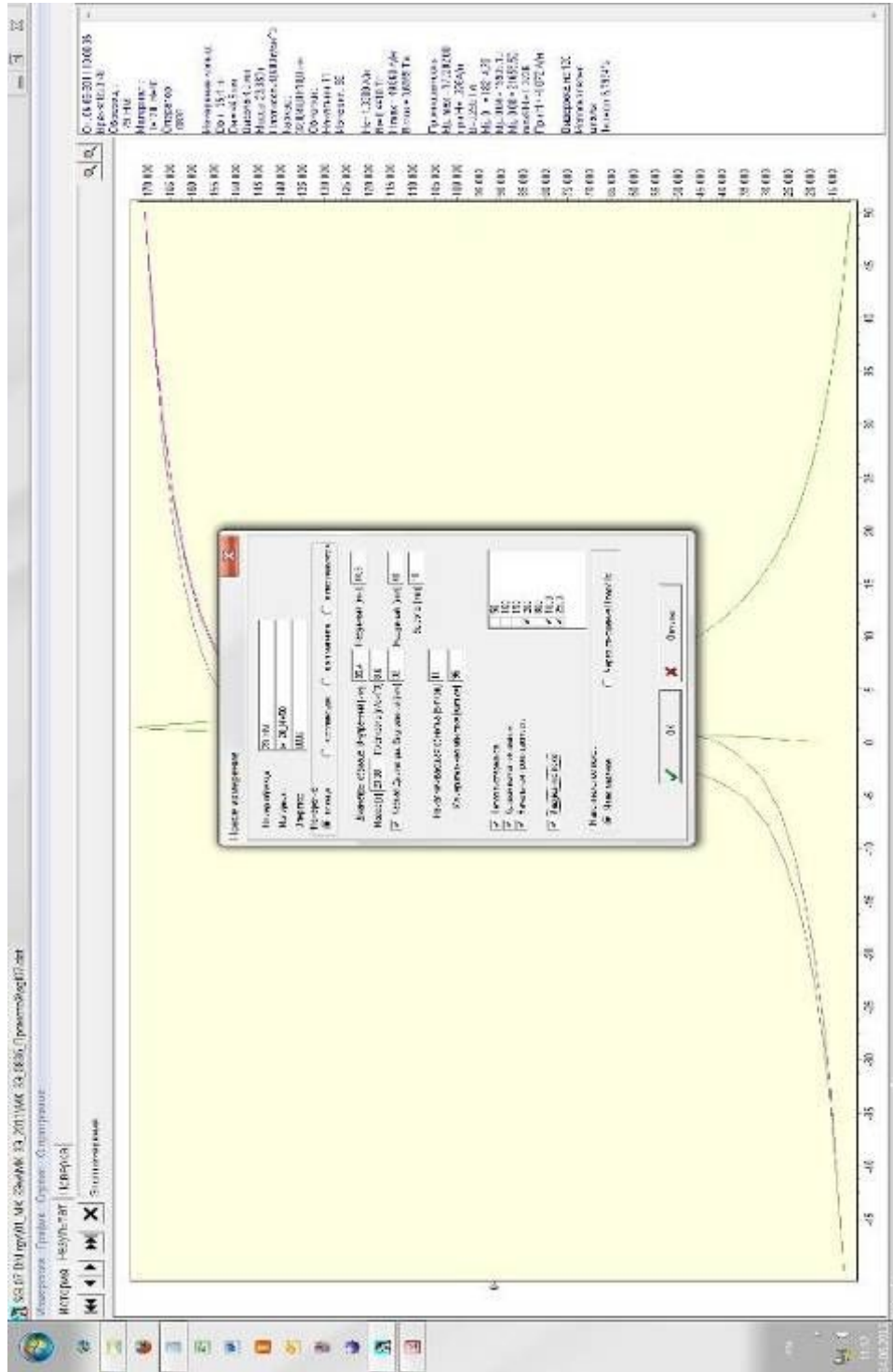
8.2 Изготовитель установки МК-3Э производит ее гарантийное обслуживание в течение 18 месяцев со дня сдачи потребителю. При отказе в работе или неисправности установки в течение гарантийного срока потребитель должен составить акт о необходимости ремонта. Неисправная установка с актом должна быть отправлена изготовителю.

| 9 Свидетельство о приемке                                                                                                                                                                                                                          |                                      |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Установка<br>Магнитоизмерительная                                                                                                                                                                                                                  | МК-3Э                                | _____           |
| наименование изделия                                                                                                                                                                                                                               | обозначение                          | номер заводской |
| <p><b>Установка изготовлена и принята в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документации, соответствует требованиям ТУ 4276-003-20872-624-2002 и признана годной к эксплуатации.</b></p> |                                      |                 |
| Начальник ОТК                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |                 |
| _____                                                                                                                                                                                                                                              | _____                                |                 |
| личная подпись                                                                                                                                                                                                                                     | Литвинов Л.Н.<br>расшифровка подписи |                 |
| _____                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                 |
| год, месяц, число                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |                 |

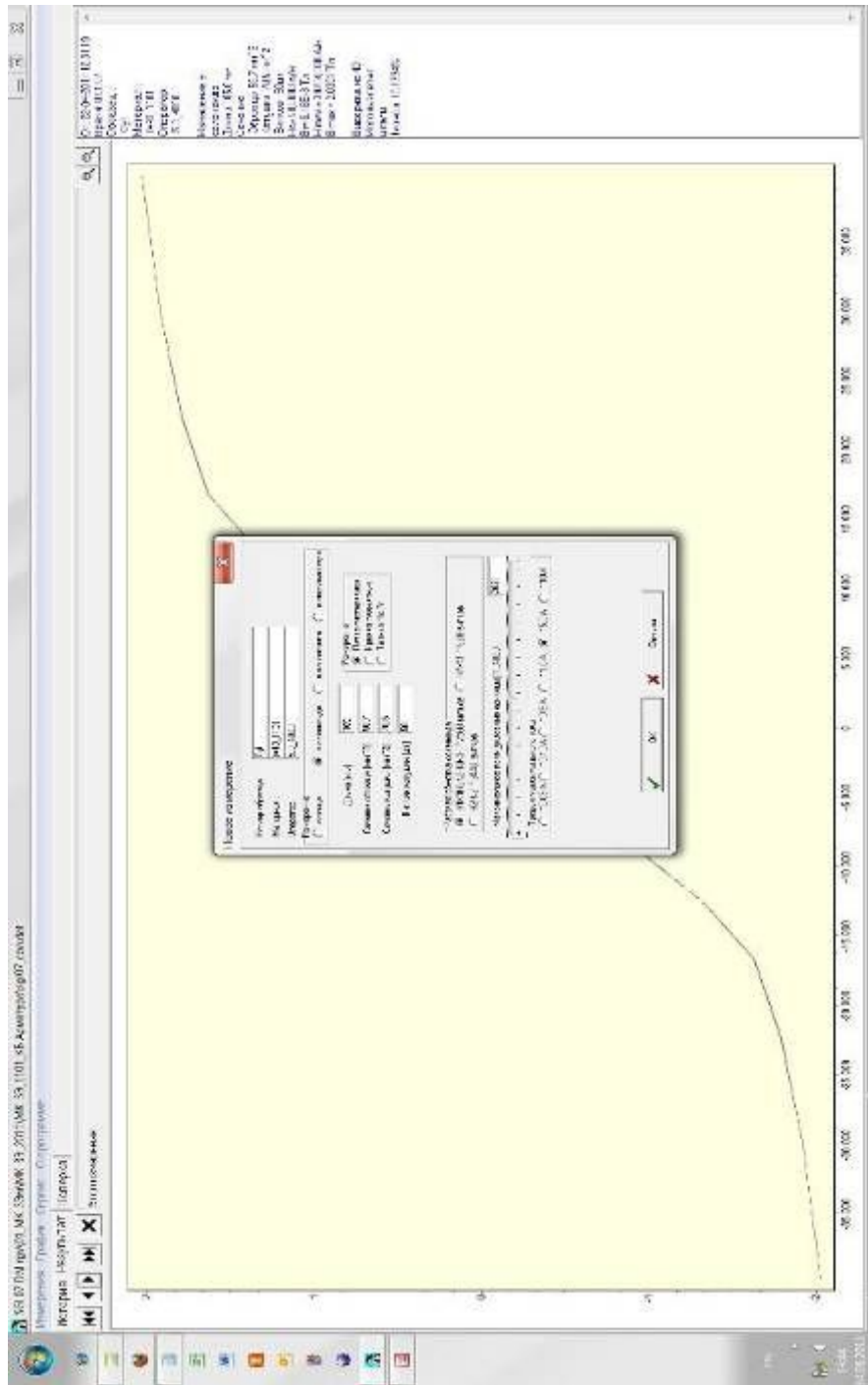




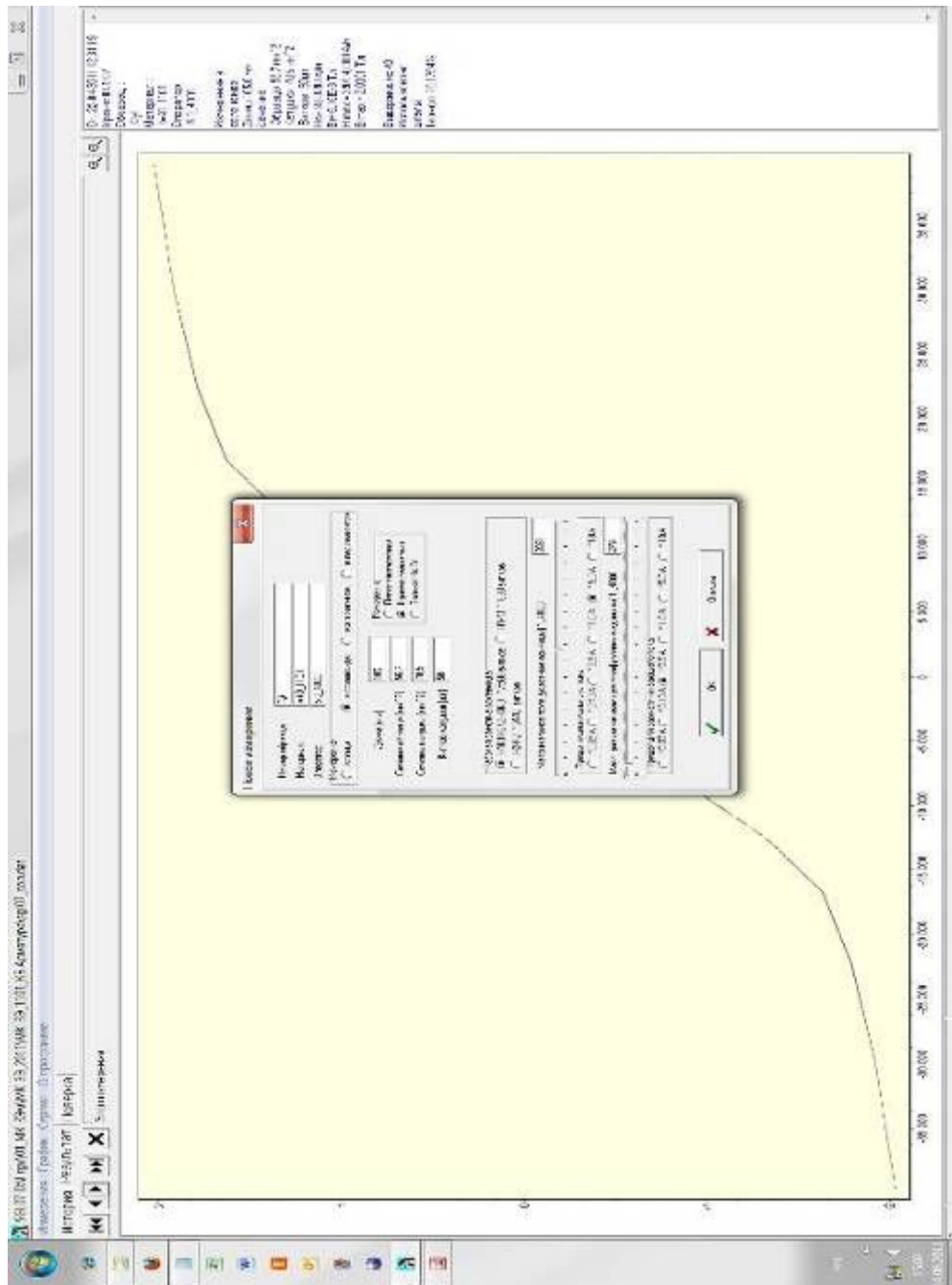




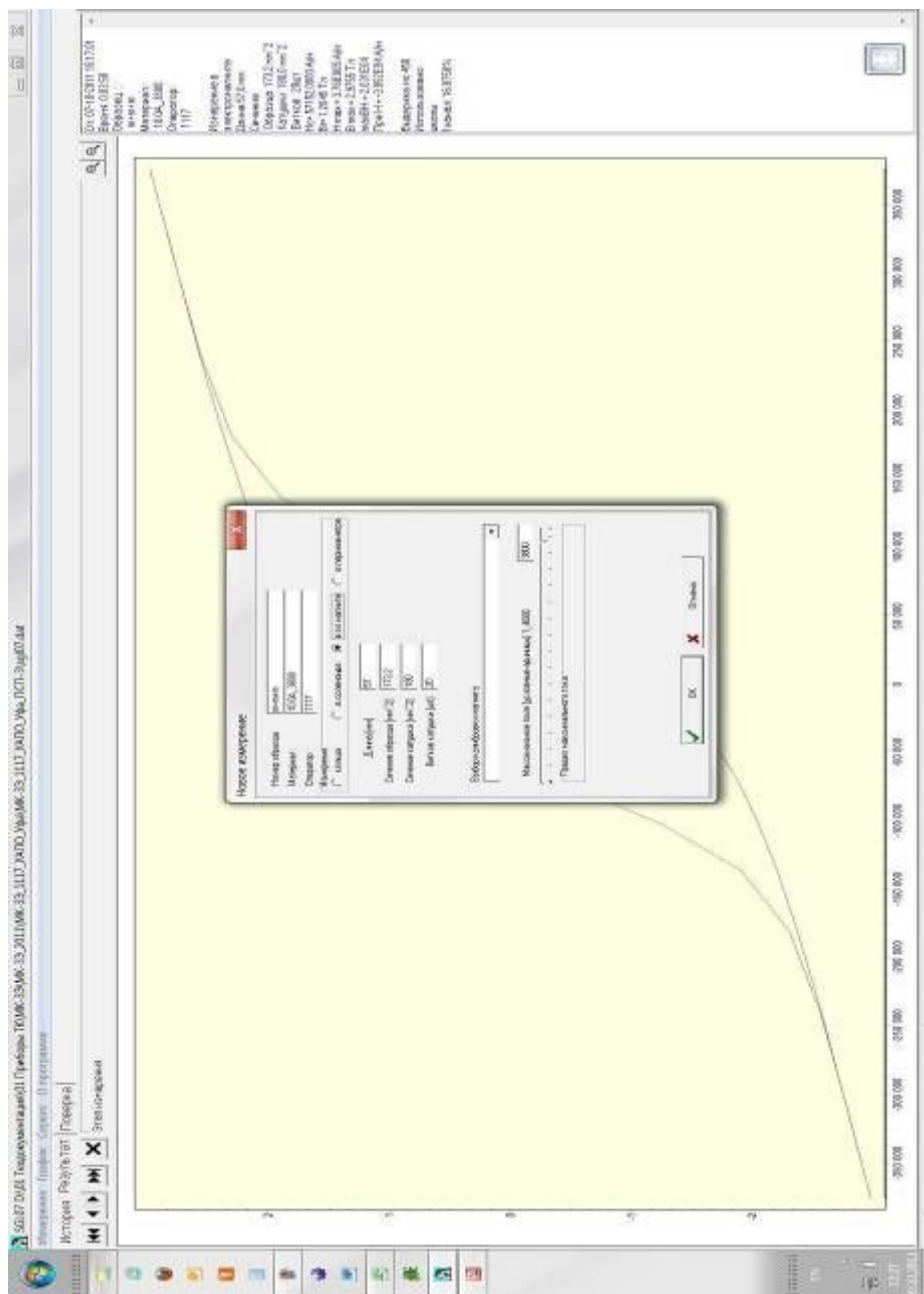
**Рис. 4** Новое измерение\Кольцо (заданы масса и плотность)



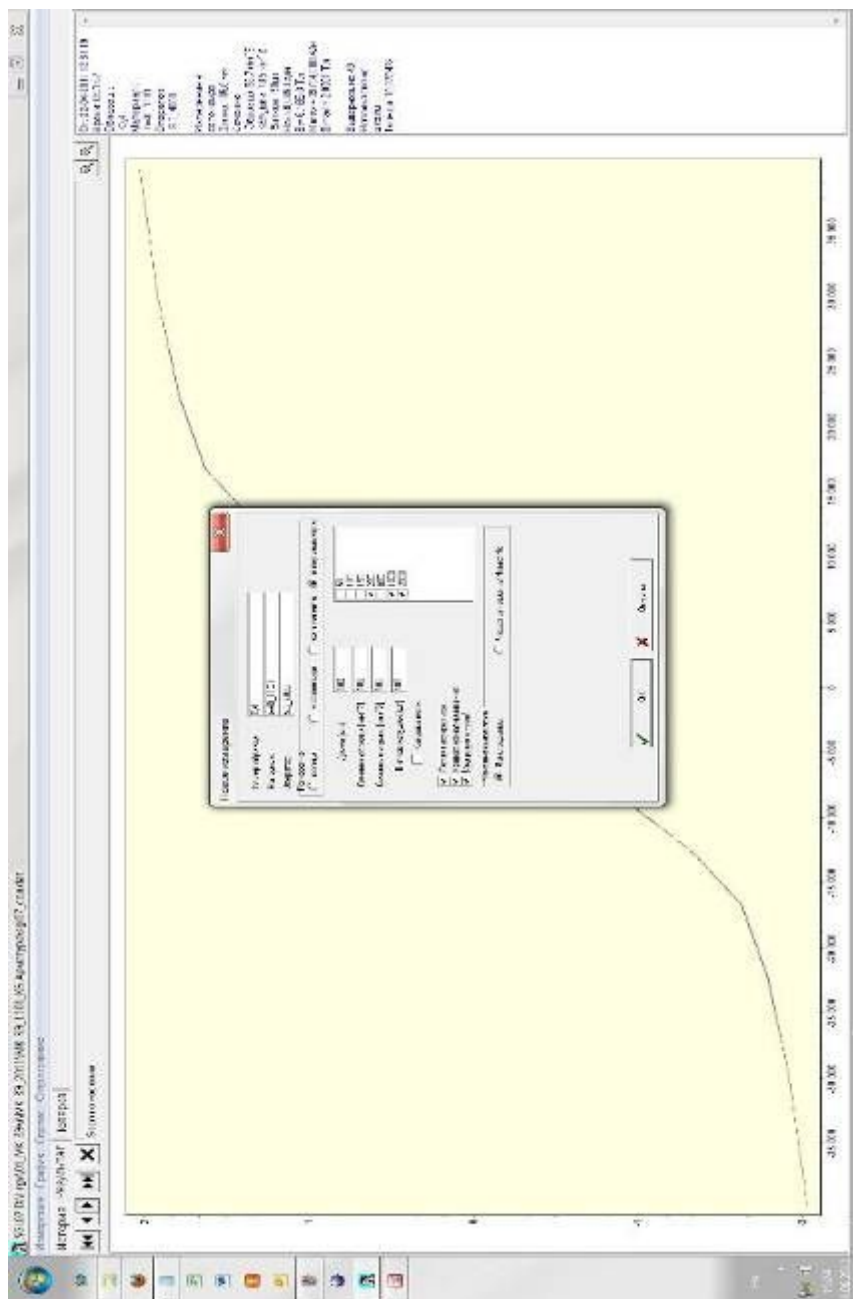
**Рис. 5 Новое измерение\ в соленоиде\Петля**



**Рис.6 Окно "Новое измерение\ Измерение в соленоиде\ кривая размагничивания"**



**Рис.7** Окно "Новое измерение\Измерение в электромагните"



**Рис.8 Окно "Новое измерение/Измерение в пермеаметре"**

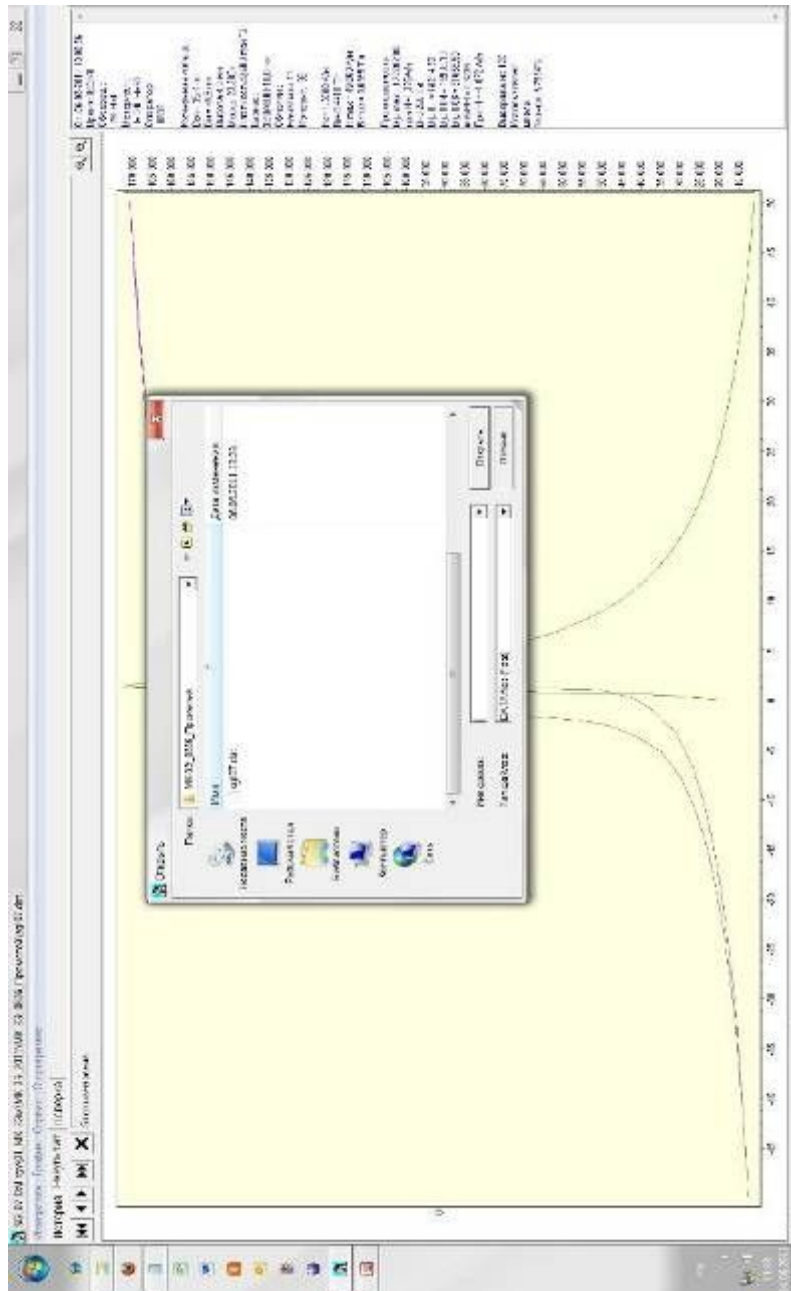


Рис.9 Окно "Измерения\Файл"







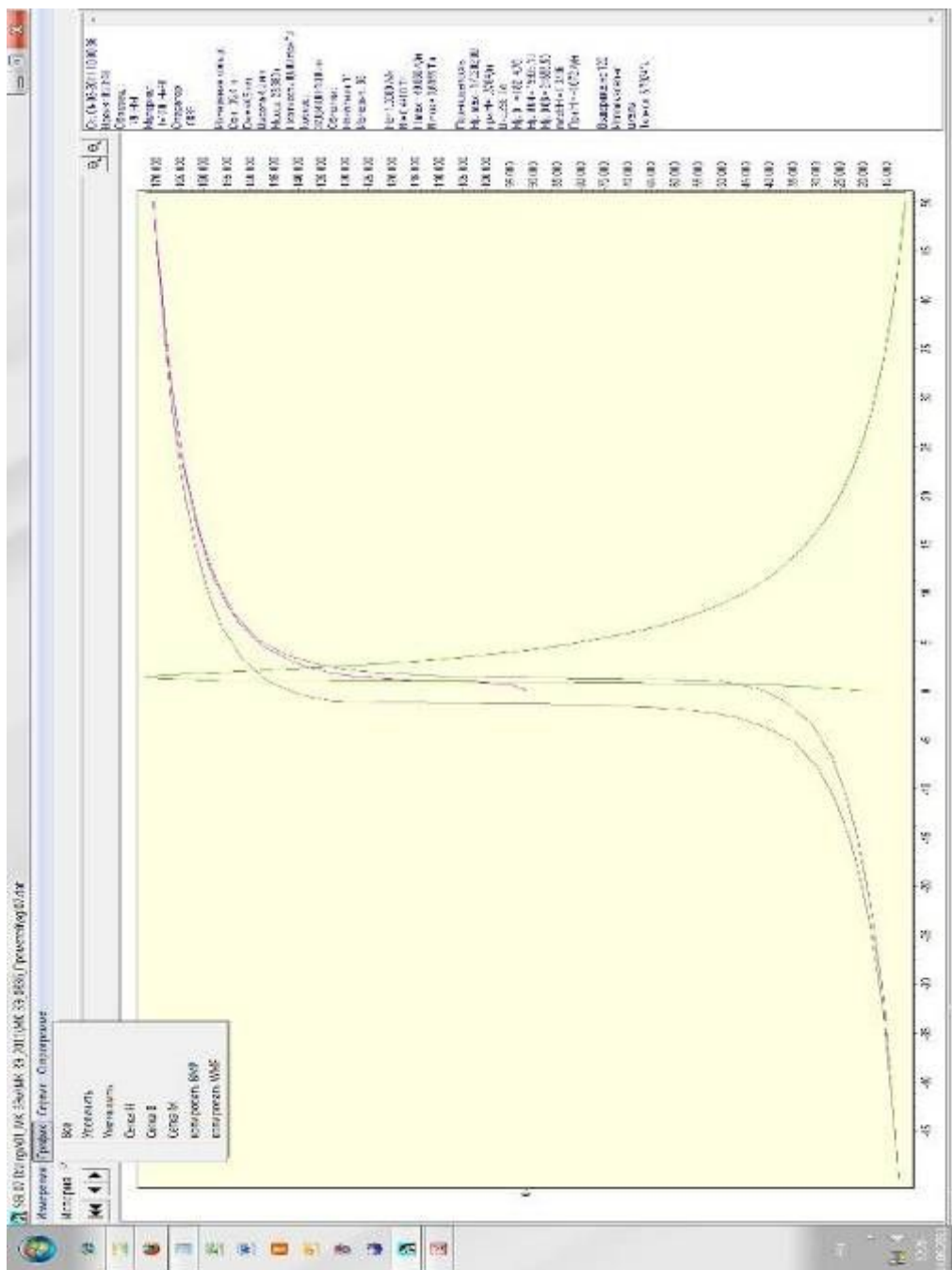


Рис.12 Окно "График".



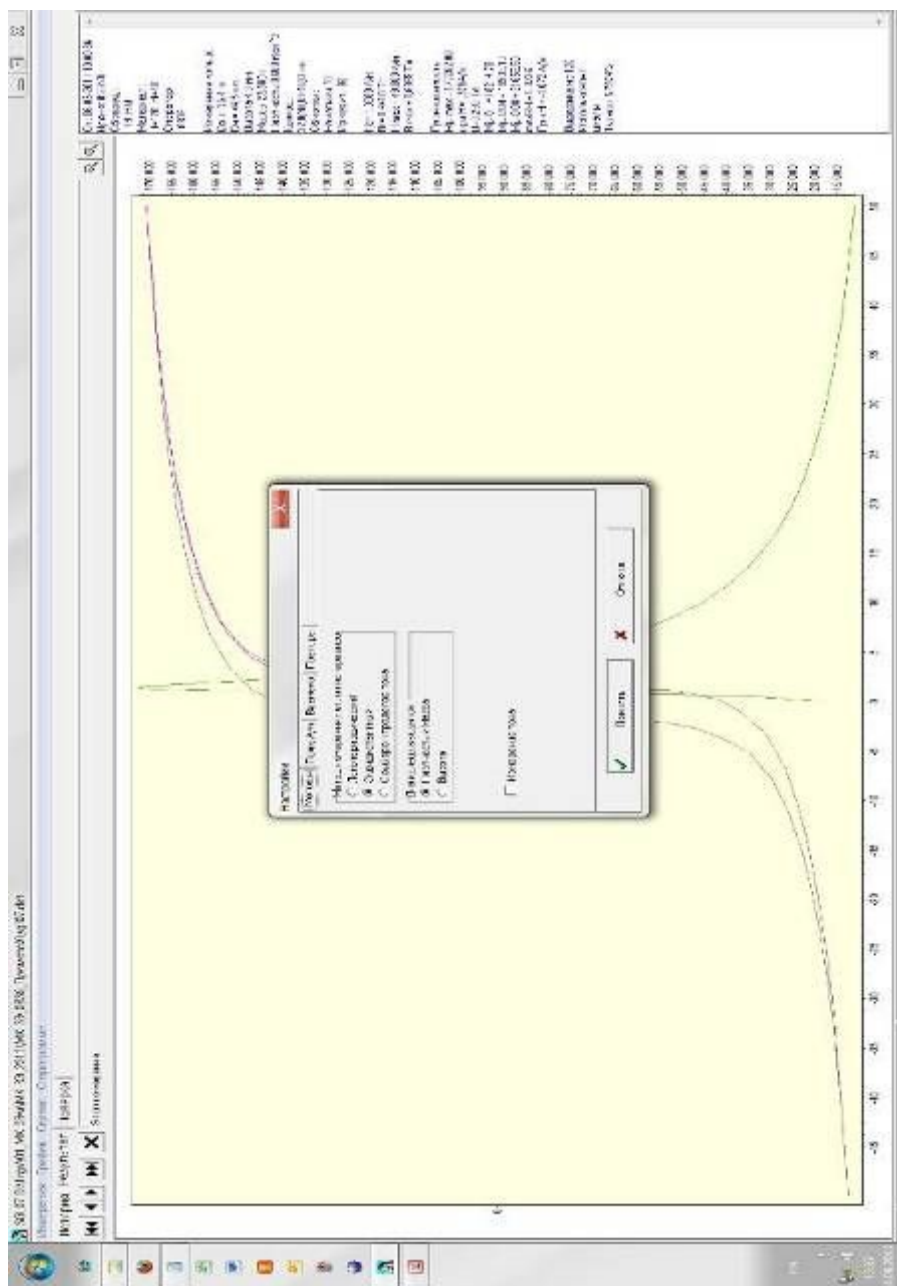


Рис.14 Окно "Сервис\Настройка\Методы".

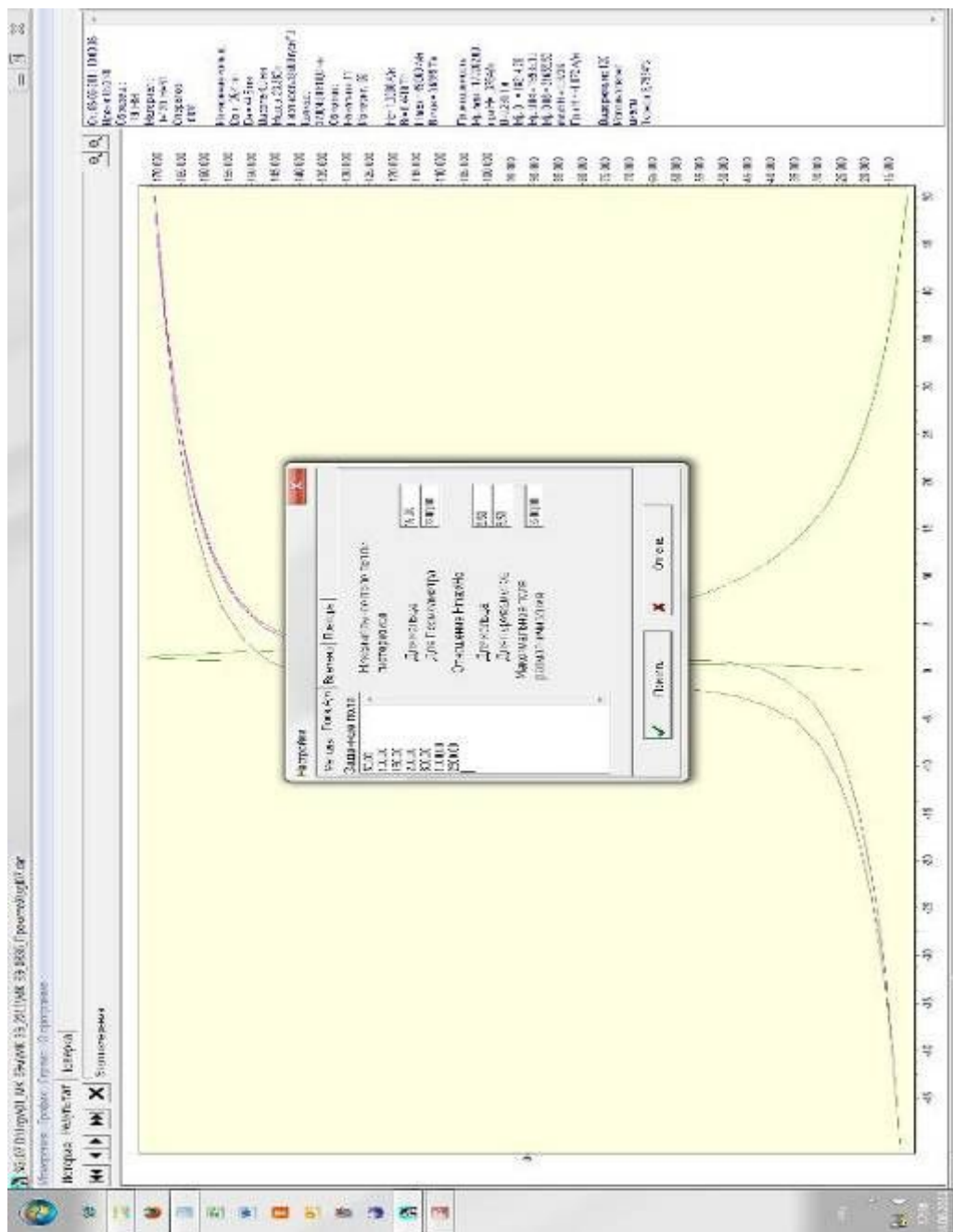
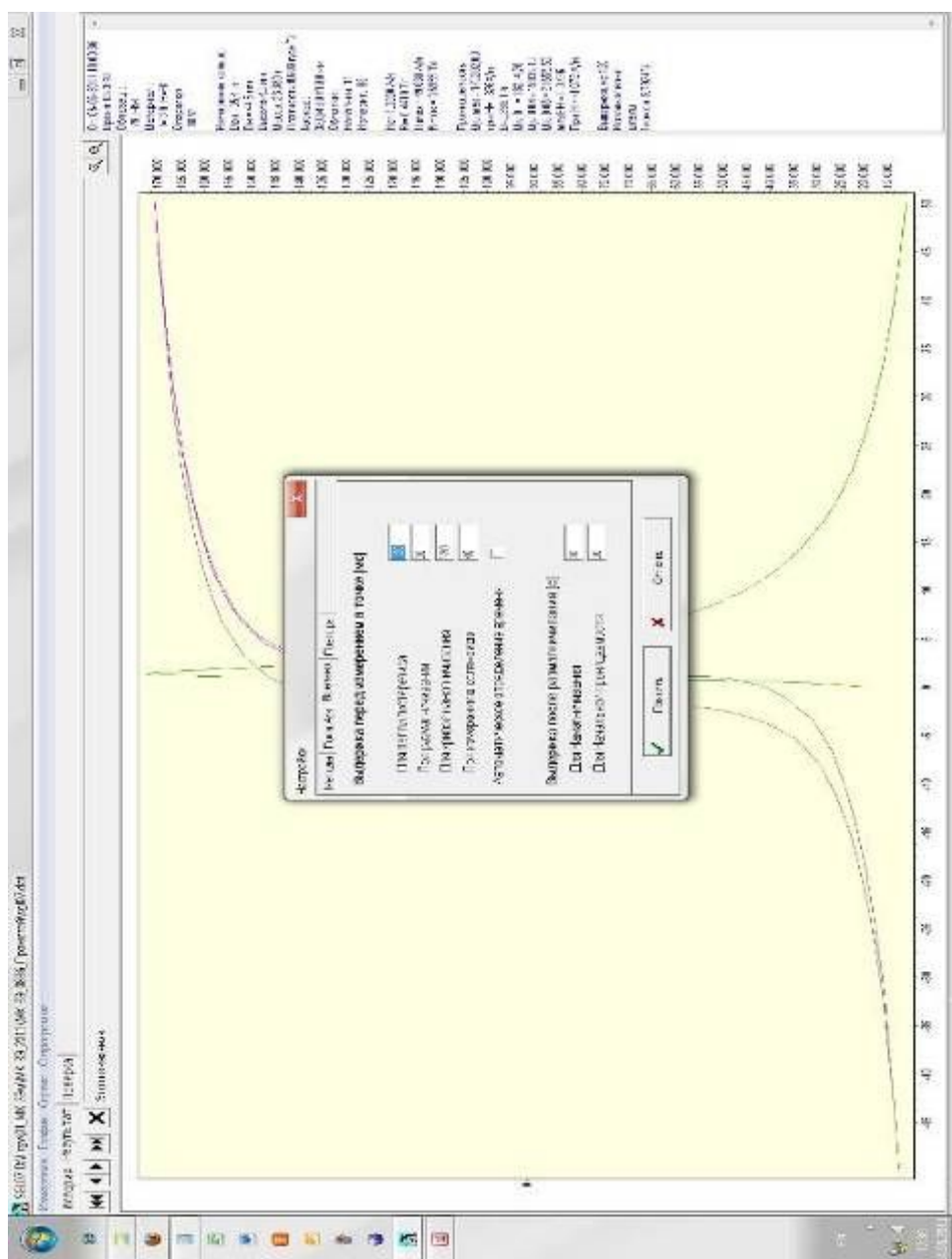


Рис.15 Окно "Сервис\Настройка\Поля"



**Рис.16** Окно "Сервис\Настройка\Времена"

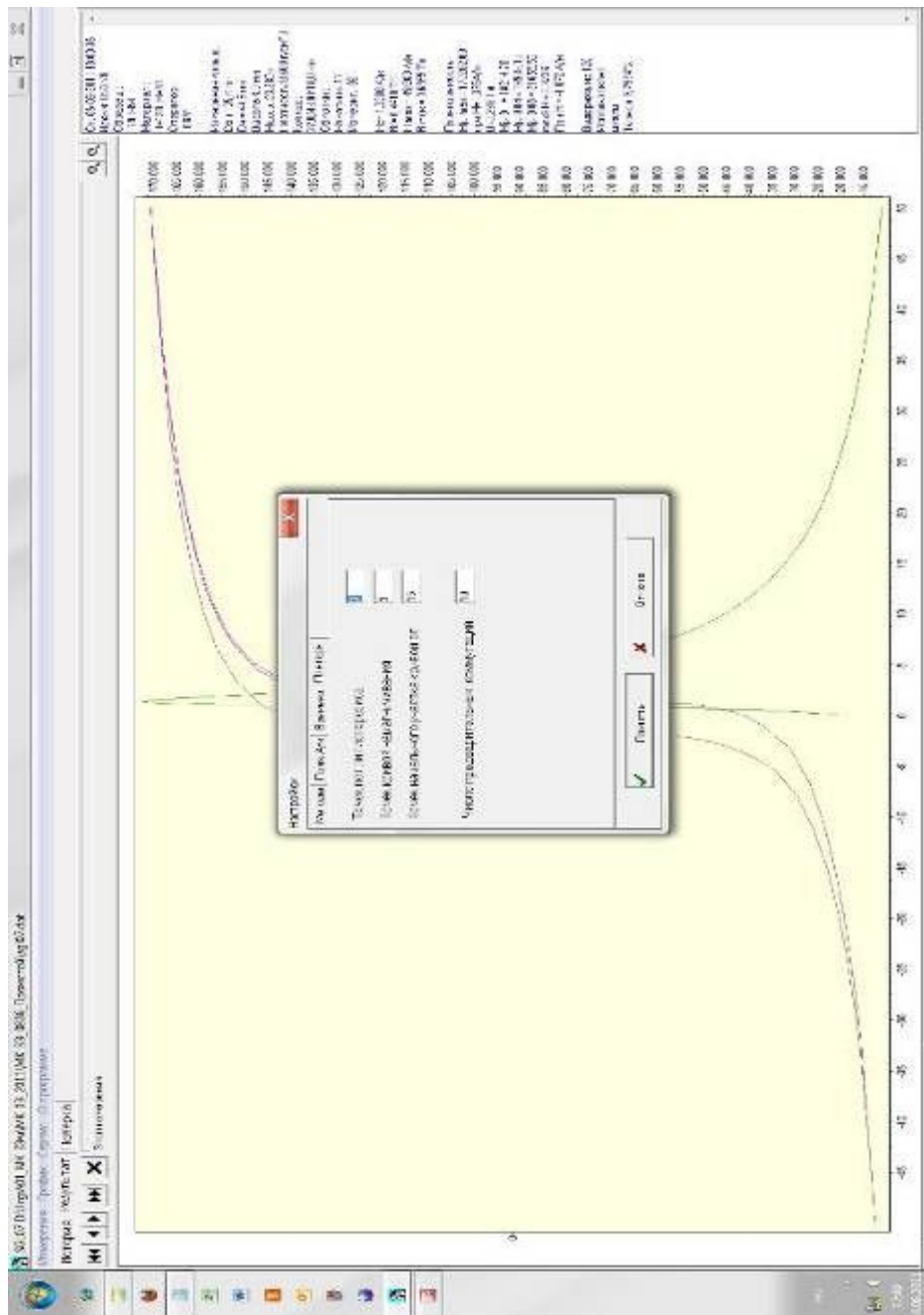
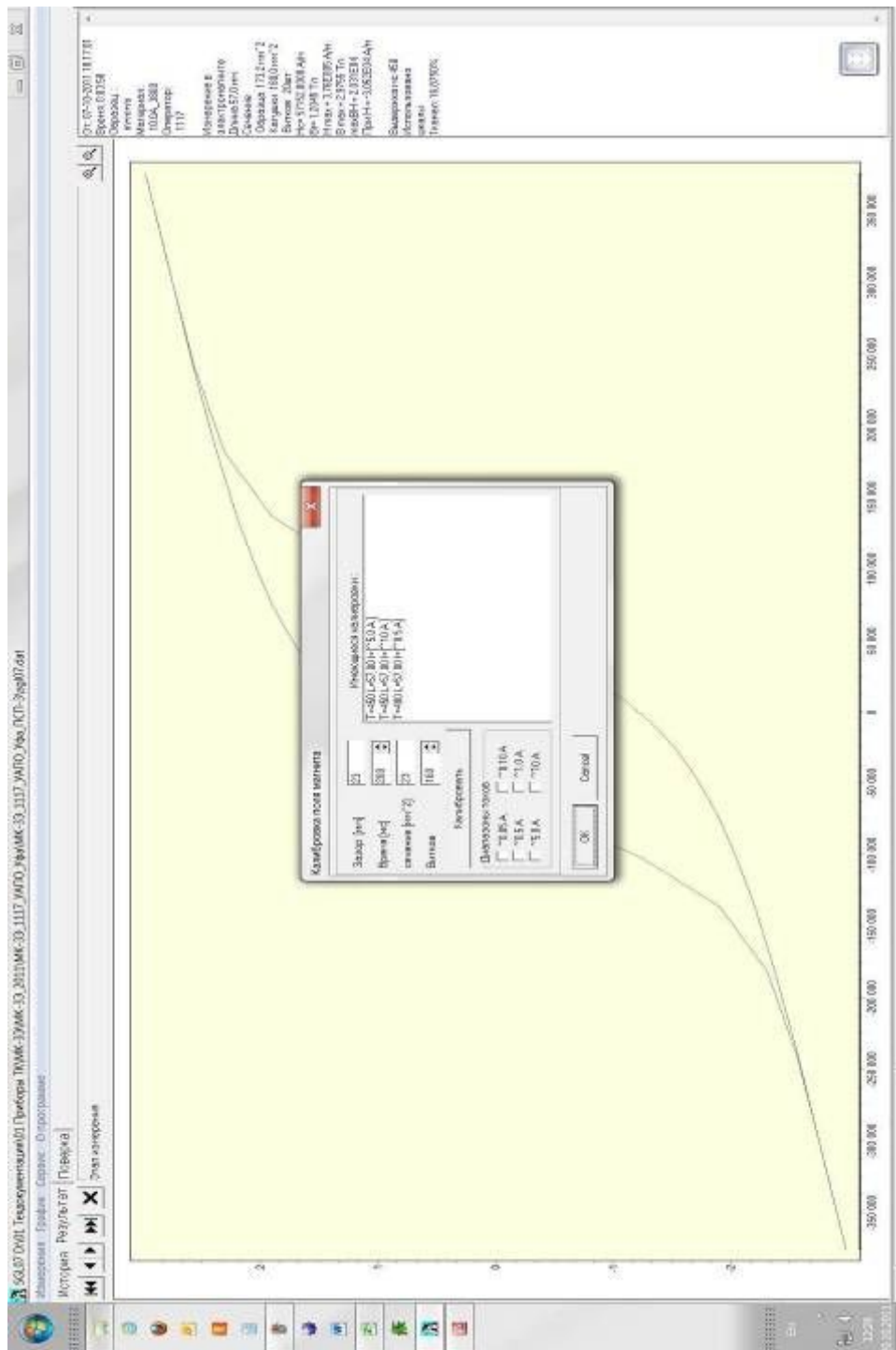
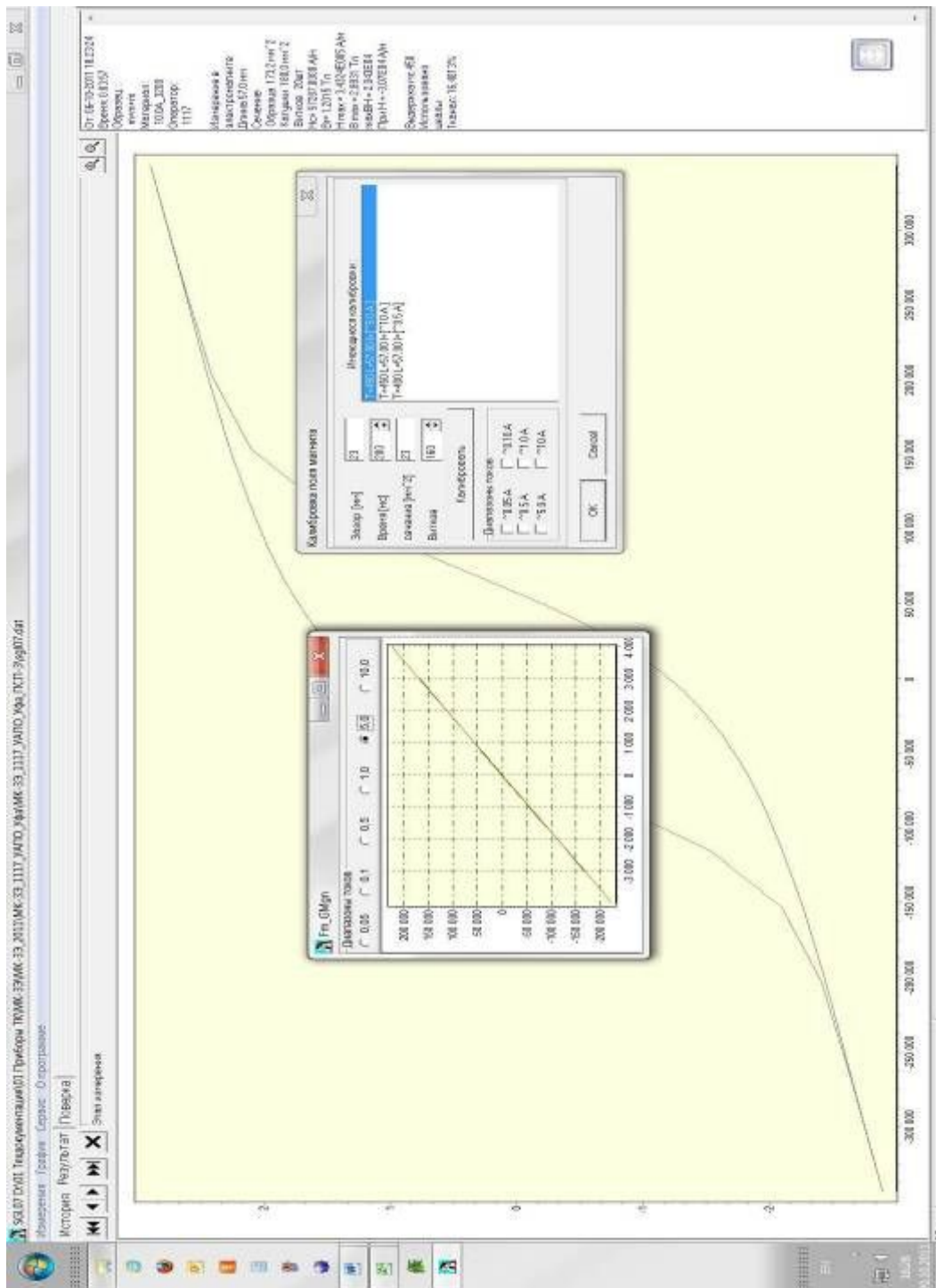


Рис.17 Окно "Сервис\Настройка\Повторы"

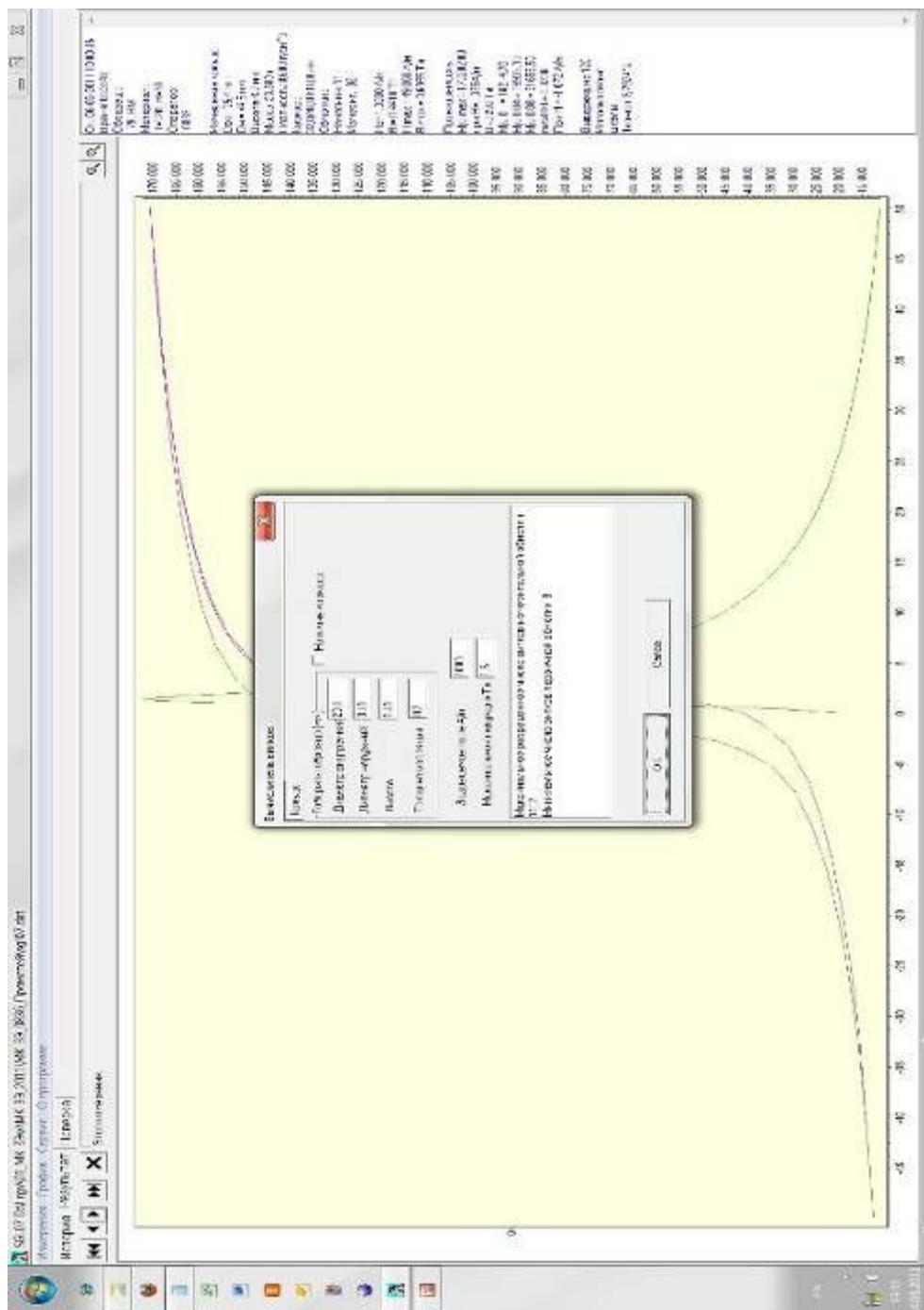




*Рис.18 Окно "Сервис\Настройка\Калибровка электромагнита".*



*Рис.19 Окно "Калибровки электромагнита".*



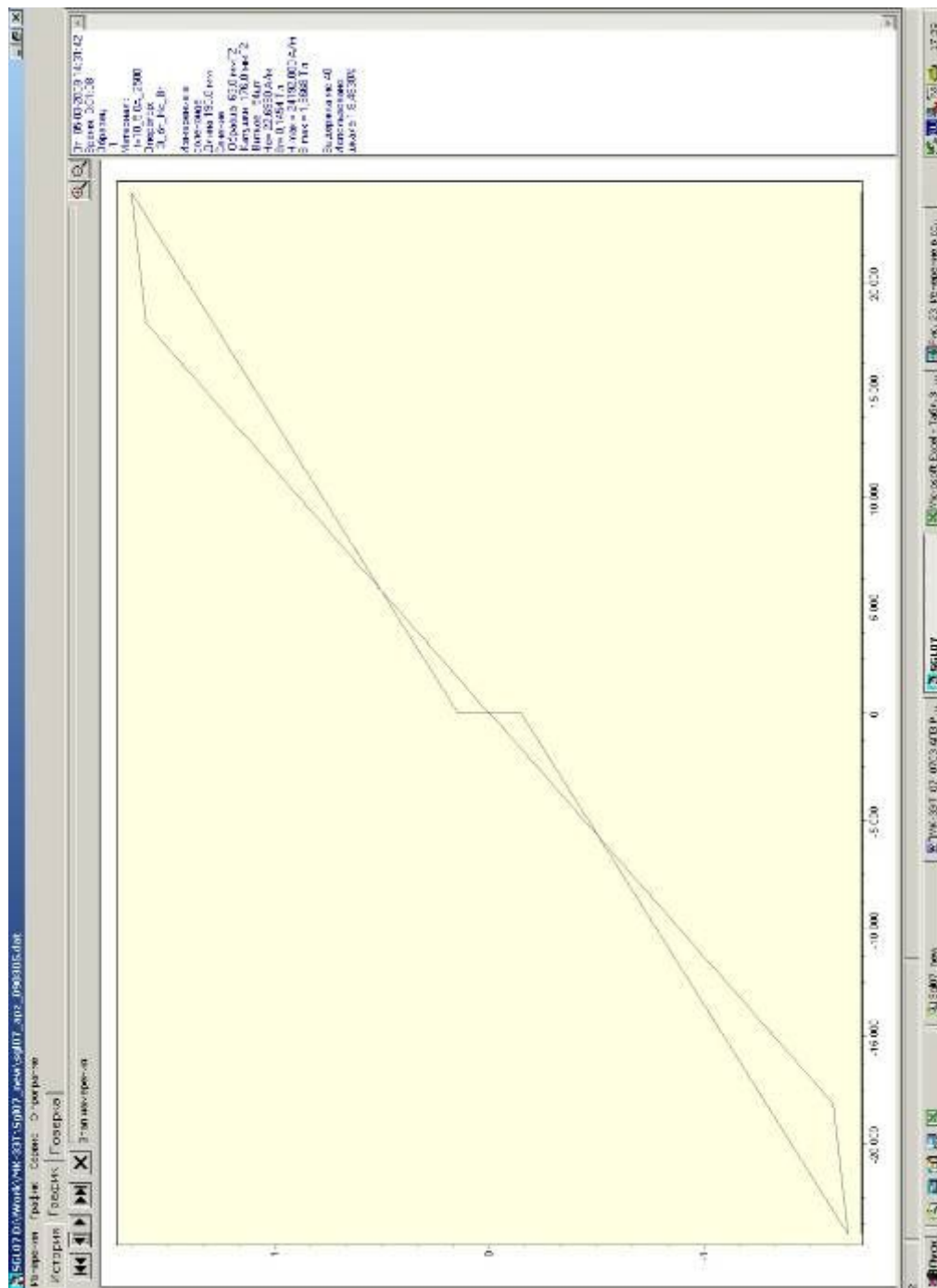
*Рис.20 Окно "Вычислитель витков".*





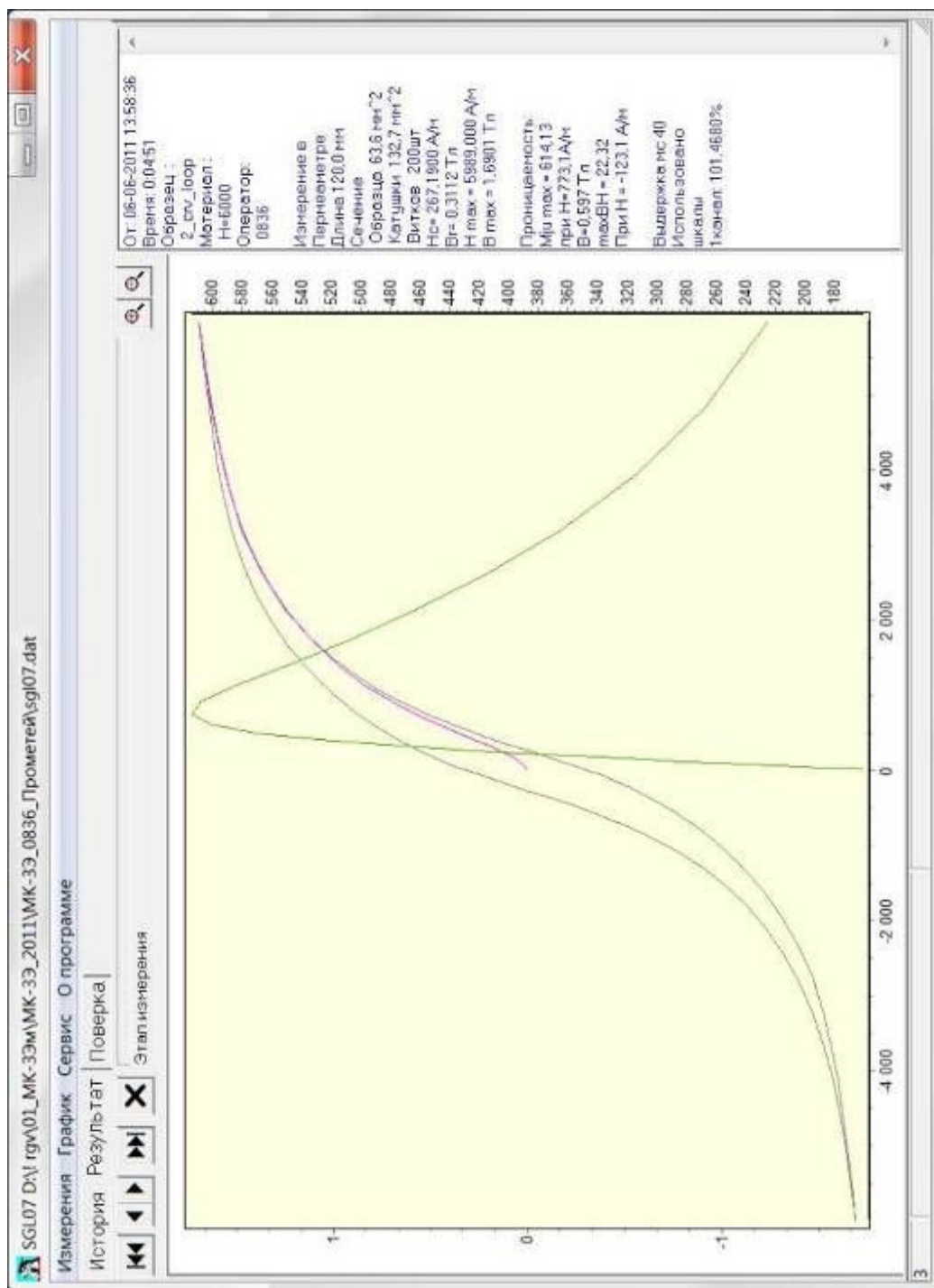






*Рис. 25 Окно "Результат измерения "Только Hc Vr"".*





*Рис.26 Окно «Результат измерения в пермеаметре»*

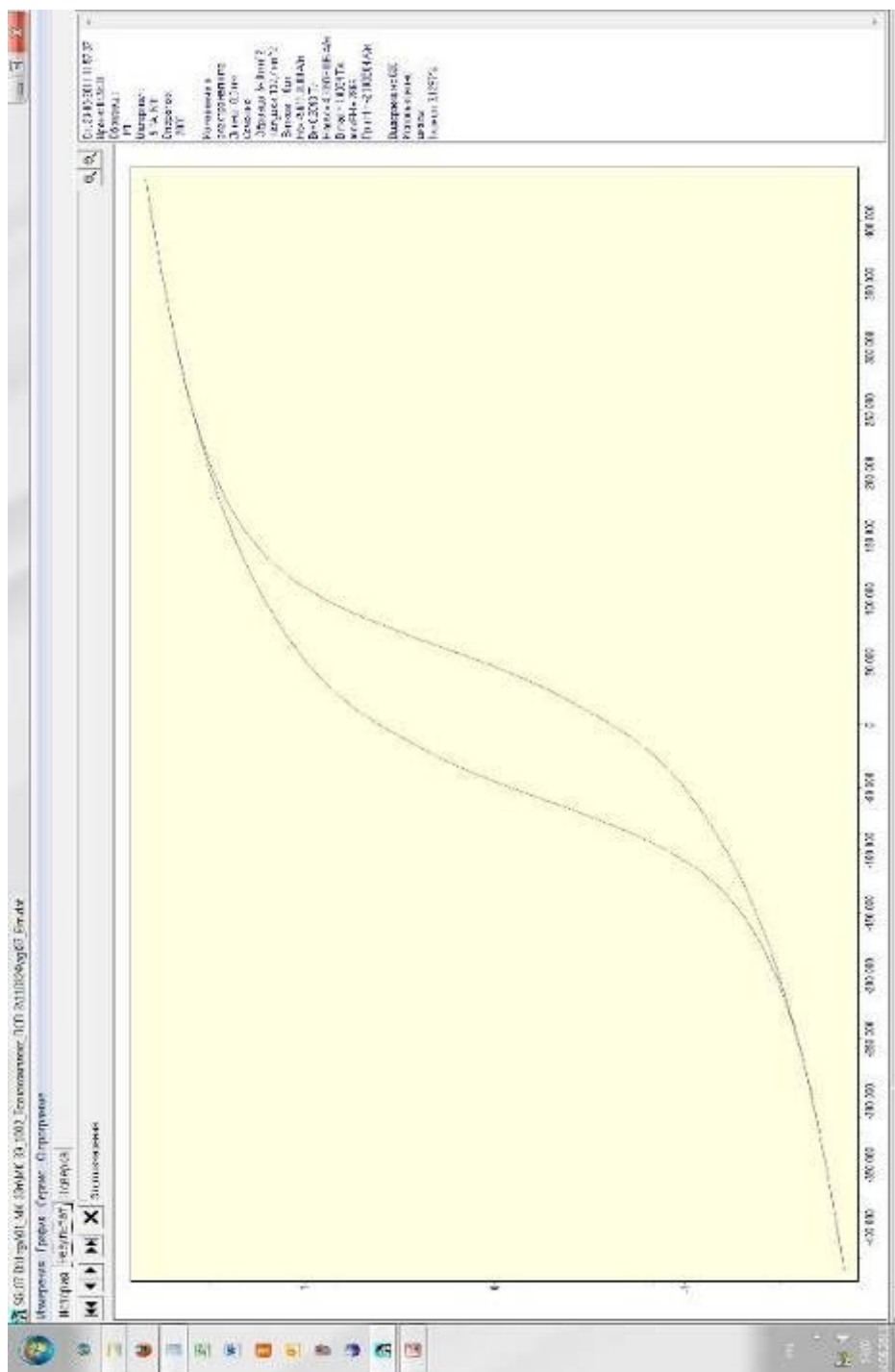
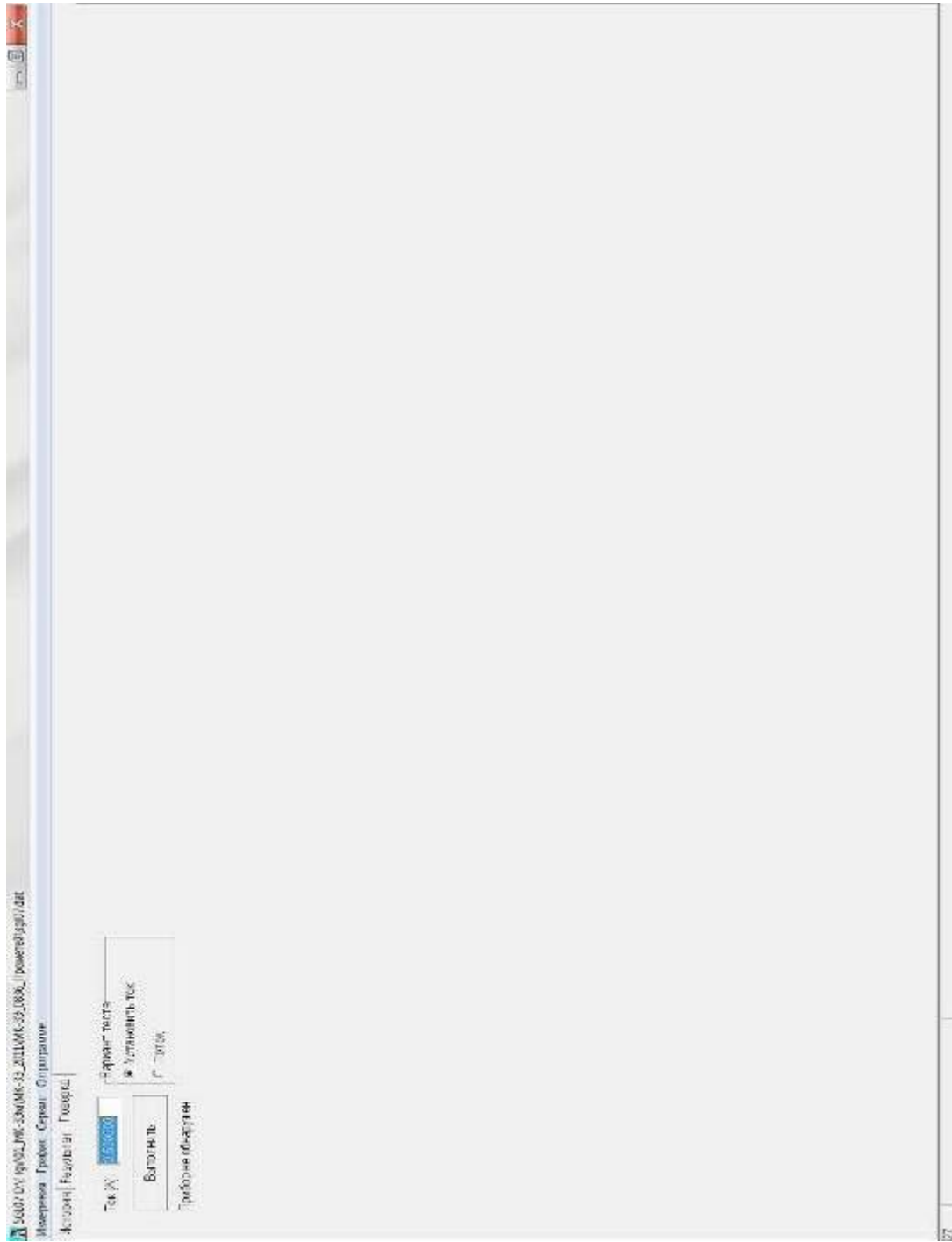


Рис. 27 Окно "Результат измерения в электромагните".



**Рис.28** Окно "Проверка"

