

# LDA5/PAM1

Устройство  
для размагничивания переменным магнитным полем

Устройство  
для безгистерезисного и импульсного намагничивания



Руководство пользователя

Июнь 2013

AGICO, Inc.

## Общие правила техники безопасности

Прежде чем приступить к эксплуатации прибора, ознакомьтесь с представленными ниже правилами техники безопасности. Это позволит вам избежать повреждения прибора или любых подключенных к нему устройств.

**Проведение работ по обслуживанию прибора можно доверять только квалифицированным специалистам!**

### Меры по профилактике травматизма

- **Используйте соответствующий силовой кабель!** Чтобы избежать пожара, используйте только тот силовой кабель, который предназначен для данного прибора!
- **Не допускайте эксплуатации прибора со снятым защитным кожухом!** Чтобы избежать поражения электрическим током или пожара, не допускайте эксплуатации этого прибора со снятым защитным кожухом или панелями.
- **Закрепите разъемы!** Не приступайте к эксплуатации прибора, пока все разъемы не будут надежно присоединены и закреплены винтами.
- **Не допускайте эксплуатации прибора в условиях сырости / повышенной влажности!** Чтобы избежать поражения электрическим током, не применяйте этот прибор в сырых или влажных условиях.
- **Не допускайте эксплуатации прибора во взрывоопасной атмосфере!** Чтобы избежать телесных повреждений или пожара, не применяйте этот прибор во взрывоопасной атмосфере.
- **Отсоединяйте источник питания!** Чтобы избежать поражения электрическим током, перед установкой прибора в другое место отключите его от источника питания.

### Как избежать повреждения прибора

- **Используйте соответствующий источник питания!** Не допускайте эксплуатации этого прибора с источником питания, выходное напряжение которого превышает оговоренное значение.
- **Применяйте только соответствующие предохранители!** Не применяйте предохранители, параметры которых отличаются от указанных производителем. В случае использования предохранителей с другими характеристиками защита прибора может быть неэффективной.
- **Обеспечьте подготовку оператора!** Оператор должен ознакомиться с порядком эксплуатации прибора и правилами техники безопасности.
- **Используйте только те кабели, которые предусмотрены производителем!** Подключение к этому прибору других устройств допускается только с помощью соответствующих кабелей.
- **Не отсоединяйте разъемы во время работы прибора!** Чтобы избежать повреждения прибора, никогда не отсоединяйте тот или иной разъем, когда прибор включен (ON).
- **Не допускайте эксплуатации прибора при наличии возможных неисправностей!** Если вы предполагаете наличие неисправностей в приборе, проведите его проверку с привлечением квалифицированных специалистов.

## Условные обозначения в данном руководстве пользователя

- [F1], [Enter] – «быстрые клавиши»
- **START** – кнопка пользовательского интерфейса
- **AC decrease rate** – текст, появляющийся в пользовательском интерфейсе, значение по умолчанию подчеркивается (**Fast**)



**Внимание** этот символ используется, чтобы привлечь внимание пользователя к определенной информации.



**Запрещено** этот символ используется, чтобы сделать акцент на важном указании, невыполнение которого может повлечь потерю свойств, ущерб или телесные повреждения.

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Принцип действия</b>	<b>2</b>
2.1	Устройство для размагничивания.....	2
2.2	Устройство для безгистерезисного намагничивания.....	3
2.3	Устройство для импульсного намагничивания .....	3
<b>3</b>	<b>Подготовка прибора к работе</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Управление с помощью компьютера</b>	<b>9</b>
4.1	Установка программного обеспечения.....	9
4.2	Удаление программного обеспечения.....	9
<b>5</b>	<b>Работа с прибором</b>	<b>11</b>
5.1	Запуск прибора .....	11
5.2	Выбор режима работы.....	11
5.3	Размагничивание.....	12
5.3.1	Настройка параметров размагничивания .....	12
5.3.2	Процесс размагничивания .....	14
5.4	Безгистерезисное намагничивание .....	18
5.4.1	Настройка параметров намагничивания.....	18
5.4.2	Процесс намагничивания.....	19
5.5	Импульсное намагничивание.....	22
5.5.1	Настройка параметров намагничивания.....	22
5.5.2	Процесс намагничивания.....	24
<b>6</b>	<b>Приложение</b>	<b>25</b>
6.1	Технические характеристики.....	25
6.2	Направления намагничивания.....	26
6.3	Примерная продолжительность размагничивания/намагничивания.....	27
6.4	Гарантия.....	28
6.5	Декларация соответствия нормам ЕС.....	29
6.6	Хранение и транспортировка.....	30

# 1 Введение

**LDA5 – Устройство для размагничивания переменным магнитным полем** служит для размагничивания образцов горных пород или грунта в лабораторных условиях.

Размагничивание переменным магнитным полем – это одна из основных методик, используемых в палеомагнетизме для выделения характеристической составляющей естественной остаточной намагниченности. При изучении магнитных характеристик горных пород метод размагничивания переменным магнитным полем используется для магнитной очистки, а именно, для удаления любой привнесенной в лаборатории намагниченности, возникшей при проведении магнитных опытов с горными породами.

**PAM1 – Устройство для безгистерезисного и импульсного намагничивания** (опционная электронная приставка к устройству размагничивания LDA5) служит для намеренного безгистерезисного или изотермического намагничивания (слабым полем) образцов горных пород или грунта. Контролируемое получение остаточной намагниченности (ARM или IRM) может использоваться, например, для оценки палеоинтенсивности, снятия характеристик магнитных носителей горных пород, определения состояния их доменов и размера зерен, выявления магнитной структуры, или исследования других фундаментальных проблем магнетизма.

## 2 Принцип действия

### 2.1 Устройство для размагничивания

В процессе размагничивания переменным полем образец в условиях полного отсутствия внешнего магнитного поля подвергается воздействию переменного магнитного поля (поля переменного тока) с постепенно увеличивающейся амплитудой напряженности (Рисунок 1а). Максимальная амплитуда напряженности поля переменного тока ( $H_{max}$ ) определяет, какая часть спектра коэрцитивности образца будет вовлечена в процесс размагничивания. Если допустить, что в образце имеется некоторый диапазон коэрцитивности, то домены с коэрцитивностью равной или меньшей  $H_{max}$ , будут следовать колебаниям поля. По мере постепенного увеличения амплитуды напряженности магнитного поля, при прохождении ею величины коэрцитивности домена происходит его повторное намагничивание. Два противоположных направления поля переменного тока представляют два выделенных направления, и когда амплитуда переменного магнитного поля принимает нулевое значение, доменное намагничивание статистически распределяется наполовину в одном направлении, и наполовину в противоположном, тем самым давая нулевую результирующую намагниченность.

Фактическое размагничивание в приборе LDA5 осуществляется в камере для образца (Specimen Unit), снабженной соленоидом (катушкой), экранированной от влияния внешнего магнитного поля (главным образом, магнитного поля Земли) тремя слоями мю-металла. По катушке протекает переменный ток, который наводит переменное магнитное поле в определенном объеме внутри катушки, параллельно ее оси. Электрический ток вырабатывается таким образом, что в нем отсутствуют частоты высших гармоник, которые могут вызвать нежелательное паразитное намагничивание.

В процессе размагничивания амплитуда напряженности поля переменного тока претерпевает следующие изменения: (1) за короткий промежуток времени увеличивается до максимума (нужно обратить особое внимание на то, чтобы не «проскочить» этот максимум); (2) остается постоянной в течение определенного времени, и (3) постепенно снижается до нуля. Есть четыре значения скорости снижения и три варианта характера снижения (Рисунок 7). В течение всего процесса образец подвергается медленному перемещению в двухкоординатном кантователе, что обеспечивает размагничивание во всех возможных направлениях. В качестве альтернативы, размагничивание образца может производиться вдоль одной из осей его системы координат, или, в трехкоординатном режиме – последовательно, вдоль всех трех осей. Весь процесс размагничивания происходит полностью автоматически, под управлением компьютера.

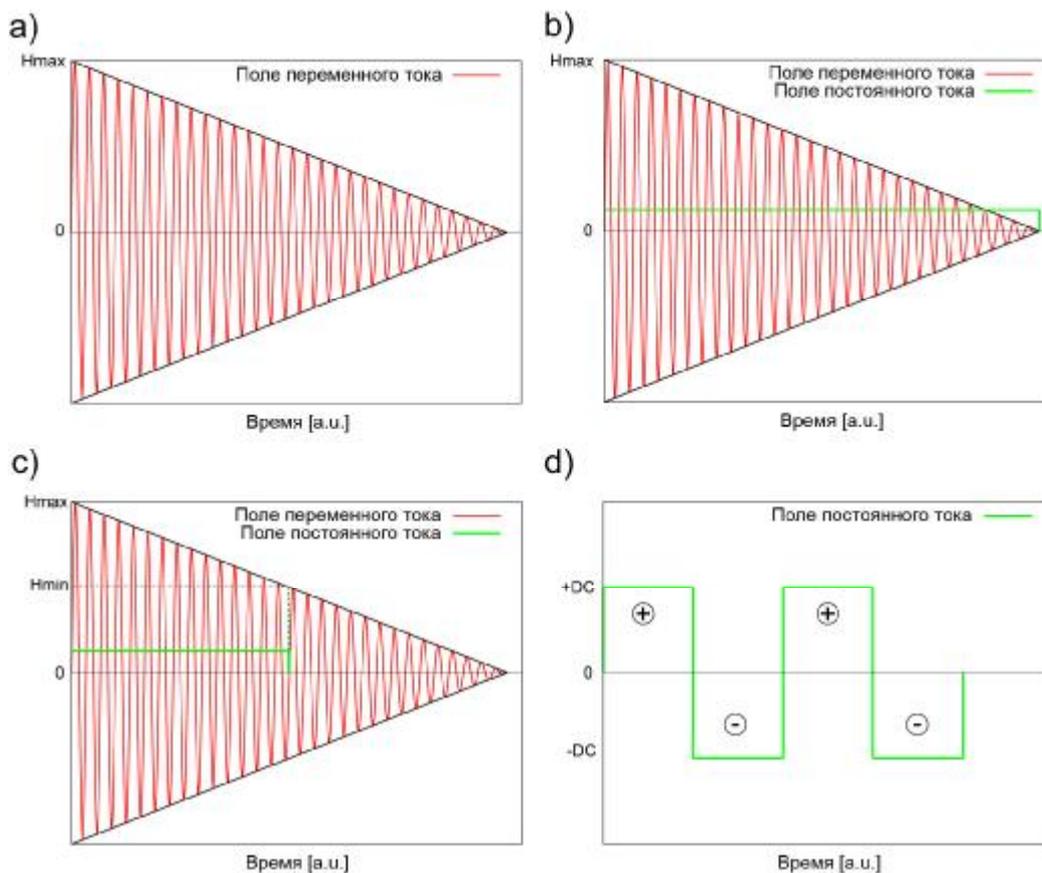
Обычной тактикой размагничивания переменным магнитным полем является повторение описанного выше процесса в несколько этапов, каждый раз с увеличением  $H_{max}$ . При этом происходит постепенное удаление остаточных компонентов усиливающейся коэрцитивности. После каждого этапа нужно измерять остаточную намагниченность, и в ходе всего процесса следить за ее величиной на мониторе.

## 2.2 Устройство для безгистерезисного намагничивания

**Безгистерезисная остаточная намагниченность (ARM)** возникает, когда образец подвергается воздействию поля переменного тока с постепенно снижающейся амплитудой напряженности, и одновременному воздействию поля постоянного тока (которое также известно как *поле подмагничивания*). Комбинированное воздействие полей переменного и постоянного токов оказывается гораздо более эффективным для создания остаточной намагниченности, по сравнению с воздействием одного только поля постоянного тока. Амплитуда напряженности поля переменного тока определяет, какие частицы, с учетом их коэрцитивности, будут вовлечены в процесс намагничивания, тогда как напряженность поля постоянного тока определяет, какое количество таких частиц будет намагничено. Обычно напряженность поля постоянного тока остается постоянной в течение всего этапа понижения амплитуды напряженности поля переменного тока (Рисунок 1b). В особых случаях поле постоянного тока возбуждают на ограниченное время в интервале между двумя значениями амплитуды напряженности поля переменного тока – это позволяет создать частичную ARM (pARM, Рисунок 1c).

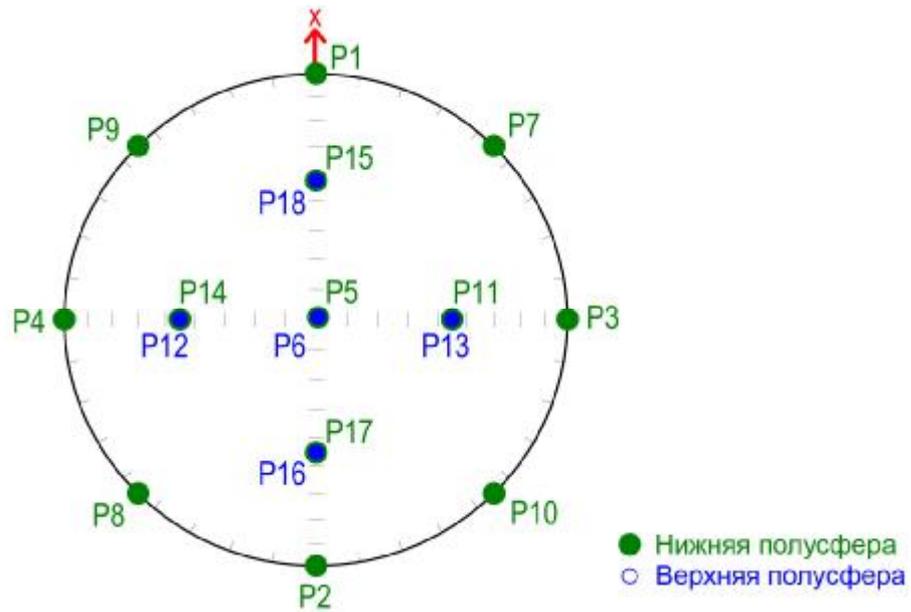
## 2.3 Импульсное намагничивающее устройство

Под термином **Изотермическая остаточная намагниченность (IRM)** обычно понимают остаточную намагниченность, возникшую в результате воздействия поля постоянного тока на группу магнитных частиц. Для того, чтобы сообщить образцу IRM при помощи **Импульсного намагничивающего устройства**, образец подвергают воздействию импульса поля постоянного тока определенной напряженности, длительности и полярности, или как вариант – воздействию серии импульсов чередующейся полярности (Рисунок 1d). Фактическое намагничивание в приборе **LDA5/PAM1** осуществляется в камере для образца (Specimen Unit), где двухкоординатный кантователь автоматически устанавливает образец в 18 положений, соответствующих определенным направлениям, вследствие чего в образце возникает направленное ARM/IRM (Рисунок 2, Приложение 6.2). ARM/IRM можно создать, установив образец вдоль определенного направления, или последовательно устанавливая его вдоль определенной последовательности направлений, чтобы рассчитать анизотропию остаточной намагниченности (AMR).



**Рисунок 1:** Схематическое изображение принципа размагничивания переменным магнитным полем, и принципа безгистерезисного или импульсного намагничивания.

- a) **Размагничивание переменным магнитным полем** – размагничиваются частицы, у которых коэрцитивность равна или меньше величины  $H_{max}$ .
- b) **Безгистерезисное намагничивание** – намагничиваются частицы, у которых коэрцитивность равна или меньше величины  $H_{max}$ .
- c) **Частичное безгистерезисное намагничивание** – намагничиваются только те частицы, у которых коэрцитивность находится в интервале между значениями  $H_{max}$  и  $H_{min}$ .
- d) **Импульсное намагничивание** – показан пример воздействия на образец четырех импульсов постоянного тока чередующейся полярности.



**Рисунок 2:** Сферическая проекция 18 направлений намагничивания (список направлений можно найти в Приложении 6.2), где красная стрелка обозначает ось x правосторонней системы координат образца (определение системы координат см. на Рисунке 9).

### 3 Подготовка прибора к работе

Прибор состоит из следующих основных частей (Рисунок 3):

1. **Камера для образца** – большая блестящая труба, снабженная медной катушкой размагничивания/намагничивания, закрытой трехслойным экраном из мю-металла. Внутри катушки параллельно ее оси располагается держатель образца с двухкоординатной системой кантования. В дальнейшем этот узел будет именоваться «кантователь». Кантователь закреплен на направляющей, и его можно выдвинуть из камеры для установки образца.
2. **Электронный блок LDA5** – управляет процессом размагничивания и функциями кантователя.
3. **Электронный блок PAM1** – опционная приставка. Управляет возбуждением поля постоянного тока, используемого для безгистерезисного или импульсного намагничивания.
4. **Персональный компьютер (ПК)** – используется для управления прибором через кабель USB.



**Рисунок 3:** Вид прибора LDA5/PAM1 со всеми компонентами в стандартной комплектации.

Перед транспортировкой прибора все блоки отсоединяются и упаковываются таким образом, чтобы по возможности максимально защитить их от повреждений. Сборка прибора производится в следующей последовательности:

1. Аккуратно извлеките все блоки и принадлежности прибора из транспортировочной коробки и удалите упаковочный материал. Проверьте наличие всех компонентов по упаковочному листу. Осмотрите все компоненты на наличие повреждений, полученных в процессе транспортировки. В случае отсутствия или повреждения тех или иных компонентов без промедления обратитесь к производителю или к своему дилеру. Вы можете сохранить у себя транспортировочную коробку и упаковочный материал на случай, если потребуется перевозка прибора.



**Некоторые части прибора имеют большой вес!** Будьте аккуратны, особенно при перемещении камеры для образца.



**Не поднимайте камеру для образца за верхние металлические стержни!** Поднимать и перемещать прибор можно только за две ручки, предусмотренные с каждой стороны прибора.

2. Разместите отдельные блоки на прочном (желательно деревянном) столе (на Рисунке 3 показана примерная компоновка прибора). Камеру для образца нужно сориентировать с помощью компаса так, чтобы ее ось была перпендикулярна местному магнитному меридиану, то есть, ось камеры должна быть параллельна линии З-В. Рекомендуется начертить на столе линию З-В перед установкой камеры для образца, поскольку непосредственный контакт компаса с экраном из мю-металла может вызвать отклонение компаса, и как следствие - нарушить ориентацию. Блок LDA5, и (опционно) блок PAM1 рекомендуется разместить на столе рядом с камерой для образца.
3. Подключите отдельные блоки, используя штатные соединительные кабели (Рисунок 4). Кабели снабжены разъемами разного типа, поэтому ошибка в подключении блоков исключена. ПК (ноутбук) подключается к блоку LDA5 при помощи кабеля USB (поставляется вместе с прибором). Блок LDA5 и (опционно) блок PAM1 подключаются к штепсельной розетке через устройство для защиты от бросков напряжения.

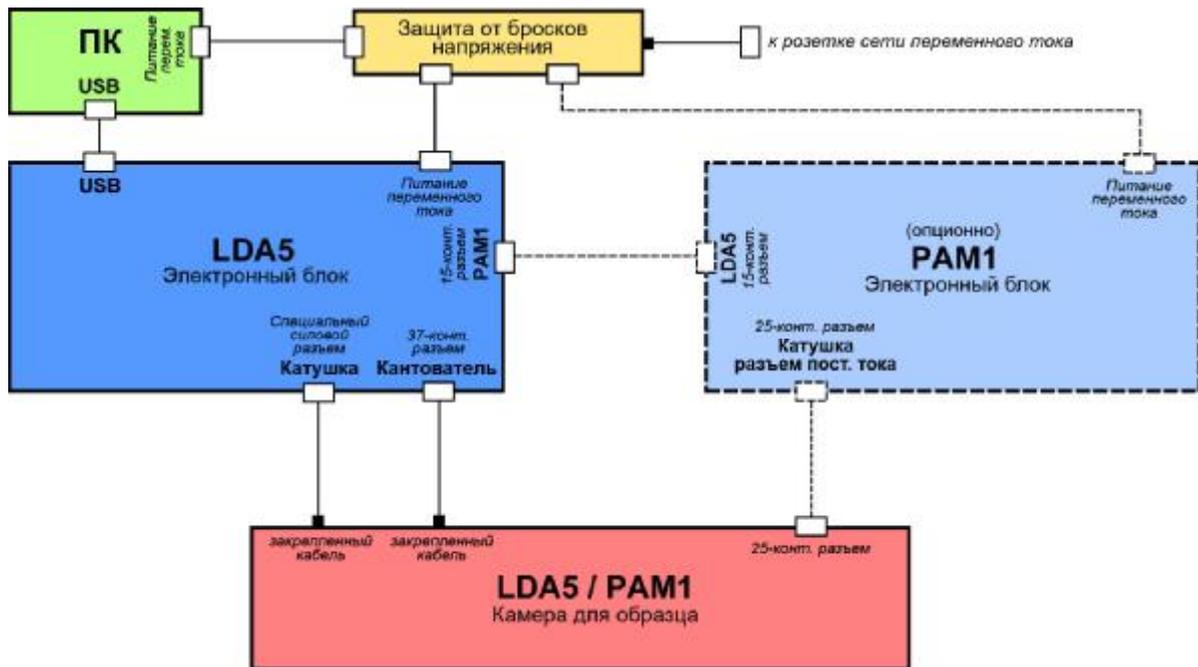


Рисунок 4: Схема взаимного подключения блоков LDA5/PAM1.

## 4 Управление с помощью компьютера

Управление прибором осуществляется с помощью программы **LDASoft**, установленной на ПК. Программа **LDASoft** рассчитана на работу в операционной системе Windows (от *Windows 98* до *Windows 8*). На ноутбуке, который поставляется вместе с прибором, копия программы **LDASoft** уже установлена. Если вы хотите использовать собственный ПК, вам нужно установить программное обеспечение, следуя представленным ниже инструкциям.

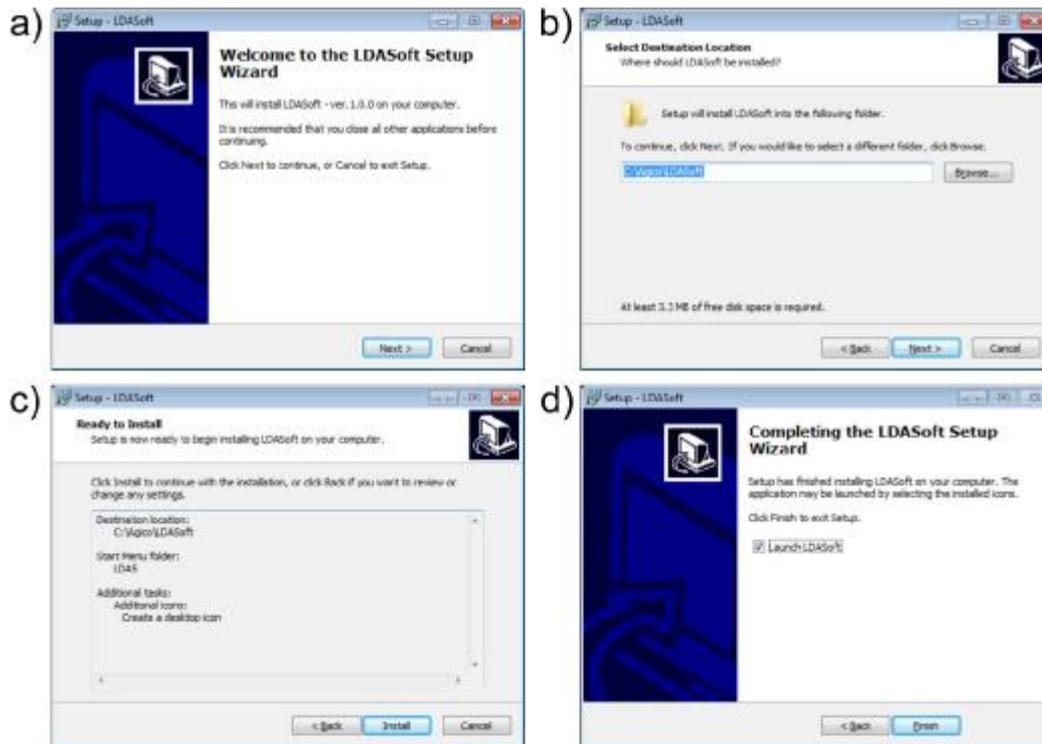
### 4.1 Установка программного обеспечения

Установка программного обеспечения не представляет никаких сложностей и состоит из нескольких этапов. Вы можете переместиться на один шаг вперед или назад, щелкнув мышкой, соответственно, на кнопке NEXT или BACK.

1. Запустите мастер-функцию установки, дважды щелкнув мышкой на команде LDASoft-Setup.exe. На экране появится окно **Setup - LDASoft** (Рисунок 5a).
2. Выберите директорию установки (Рисунок 5b). Рекомендуется оставить директорию по умолчанию (C:\Agico\LDASoft), задаваемую мастер-функцией установки.
3. Выберите название папки в меню START.
4. Укажите, хотите ли вы создать иконку на рабочем столе.
5. После того, как будут заданы/скорректированы глобальные параметры, запустите процесс установки, щелкнув мышкой на кнопке INSTALL (Рисунок 5c).
6. Завершите процесс установки, щелкнув мышкой на кнопке FINISH (Рисунок 5d).

### 4.2 Удаление программного обеспечения

Для того чтобы удалить программное обеспечение **LDASoft** со своего компьютера, выберите команду Uninstall LDASoft в пункте меню Start|Programs|LDASoft. После этого будут удалены файлы приложения, иконки и ярлыки на рабочем столе.



**Рисунок 5: Этапы установки программы LDAsoft.**

- a) *Запуск мастер-функции установки.*
- b) *Выбор директории установки.*
- c) *Корректировка установочных настроек.*
- d) *Завершение установки и запуск приложения.*

## 5 Работа с прибором

### 5.1 Запуск прибора

1. Убедитесь в том, что прибор (блок **LDA5**) подключен к компьютеру с помощью кабеля USB.
2. Включите (ON) блок **LDA5** и (опционно) блок **PAM1**<sup>1</sup>. Главный выключатель питания находится на задней стороне соответствующего блока.
3. Запустите программу **LDASoft**, дважды щелкнув мышкой на ее иконке на рабочем столе, или на пункте LDASoft в меню Start|Programs|LDASoft в операционной системе.
4. Программа автоматически произведет следующие действия:
  - (a) Найдет прибор, подключенный через USB;
  - (b) (в случае необходимости) определит оптимальную частоту<sup>2</sup> переменного тока, используемого для создания переменного магнитного поля;
  - (c) Приведет в действие кантователь.
5.  **INSTRUMENT IS READY** (Прибор готов к работе) – это сообщение в строке состояния свидетельствует об успешном приведении прибора в рабочее состояние (Рисунок 6).

### 5.2 Выбор режима работы

В зависимости от конфигурации аппаратного обеспечения, доступны следующие режимы работы прибора. Для того чтобы привести прибор в соответствующий рабочий режим, щелкните мышкой на соответствующей кнопке:

-  **DEMAGNETIZER** (Устройство для размагничивания) [F1] – см. Раздел 5.3
-  **ANHYSTERETIC MAGNETIZER** (Устройство для безгистерезисного намагничивания)<sup>3</sup> [F2] – см. Раздел 5.4
-  **PULSE MAGNETIZER** (Устройство для импульсного намагничивания) [F3]<sup>3</sup> – см. Раздел 5.5

<sup>1</sup> Несмотря на то, что блок **PAM1** имеет собственный главный переключатель питания, его включение контролируется блоком **LDA5**. Вы можете оставить блок **PAM1** постоянно во включенном (ON) состоянии.

<sup>2</sup> Оптимальная частота должна ориентировочно составлять 43 Гц.

<sup>3</sup> Эта функция доступна только при подключенном блоке **PAM1**.

## 5.3 Размагничивание

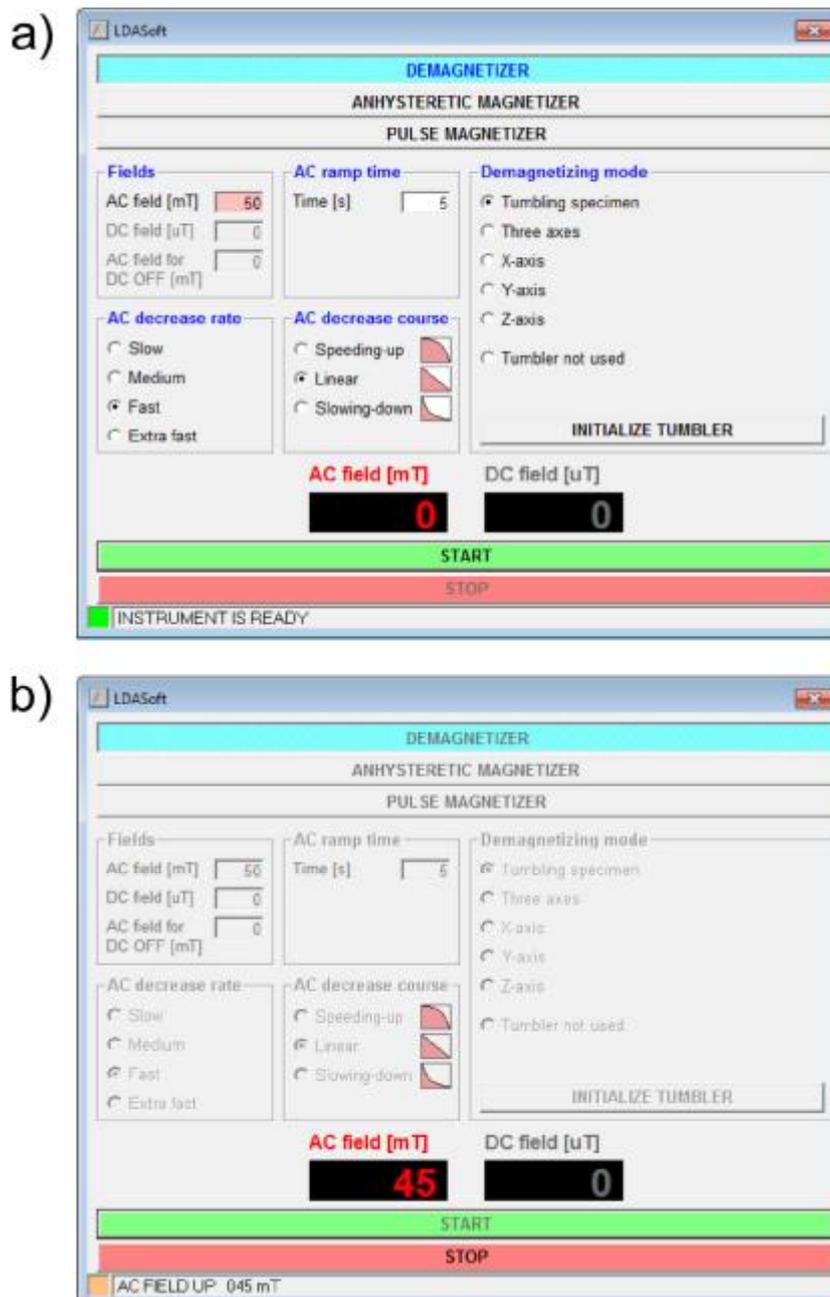
### 5.3.1 Настройка параметров размагничивания

Переведите прибор в режим размагничивающего устройства (**DEMAGNETIZER**) (см. Раздел 5.2), и настройте требуемые параметры размагничивания (Рисунок 6):

- **Fields** (Параметры поля)
  - Максимальная амплитуда напряженности поля переменного тока (AC field) (0 – 200 мТ)<sup>4</sup>
- **AC ramp time** (Продолжительность линейного участка поля переменного тока)
  - продолжительность линейного участка поля переменного тока (AC field) (1 – 30 с)
- **AC decrease rate** (Скорость снижения переменного тока)<sup>5</sup>
  - **Slow** (Медленно) – скорость снижения составляет примерно 1 мТ/с (0 – 100 мТ)
  - **Medium** (Умеренно) – скорость снижения составляет примерно 1,5 мТ/с (0 – 150 мТ)
  - **Fast** (Быстро) – скорость снижения составляет примерно 3 мТ/с (0 – 200 мТ)
  - **Extra fast** (Очень быстро) – скорость снижения составляет примерно 9 мТ/с (0 – 200 мТ)
- **AC decrease course** (Характер снижения переменного тока)
  - **Speeding** (С ускорением) – плавное снижение амплитуды напряженности переменного тока в начале, и резкое в конце (Рисунок 7а)
  - **Linear** (Линейно) – линейное снижение амплитуды переменного тока (Рисунок 7б)
  - **Slowing** (С замедлением) – резкое снижение амплитуды переменного тока в начале, и плавное в конце (Рисунок 7с)
- **Demagnetization mode** (Режим размагничивания)
  - **Tumbling specimen** (Переворачивание образца) – размагничивание переворачиваемого образца
  - **Three axes** (Три оси) – последовательное размагничивание вдоль всех трех осей образца
    - **X-axis** – размагничивание вдоль оси x
    - **Y-axis** – размагничивание вдоль оси y
    - **Z-axis** – размагничивание вдоль оси z
  - **Tumbler not used** (Кантователь не используется) – образец не устанавливается в определенное положение путем переворачивания

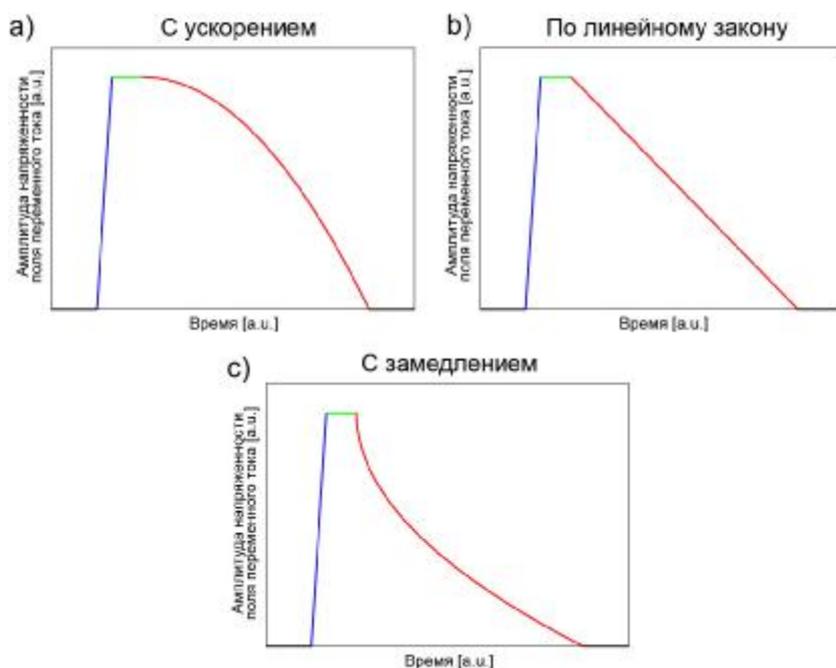
<sup>4</sup> Для того чтобы предотвратить чрезмерный нагрев катушки, на медленных скоростях снижения переменного тока максимальная амплитуда переменного тока уменьшается.

<sup>5</sup> Ориентировочная продолжительность одного сеанса размагничивания, исходя из скорости снижения и максимальной амплитуды поля переменного тока, указана в Таблице 27.



**Рисунок 6:** Типовой пример пользовательского интерфейса в режиме **DEMAGNETIZER**.

- a) *Настройка требуемых параметров размагничивания.*  
b) *Протекание процесса размагничивания.*

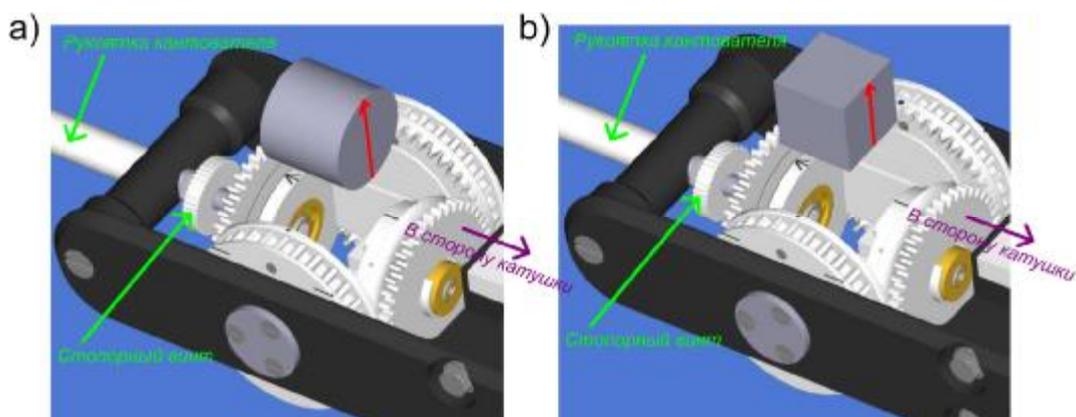


**Рисунок 7:** Амплитуда напряженности поля переменного тока в продолжение одного сеанса размагничивания. Голубая линия – увеличение амплитуды напряженности поля переменного тока; зеленая линия – линейный участок амплитуды напряженности поля переменного тока; красная линия – три различных варианта снижения амплитуды напряженности поля переменного тока.

- a) Снижение с ускорением.
- b) Линейное снижение.
- c) Снижение с замедлением.

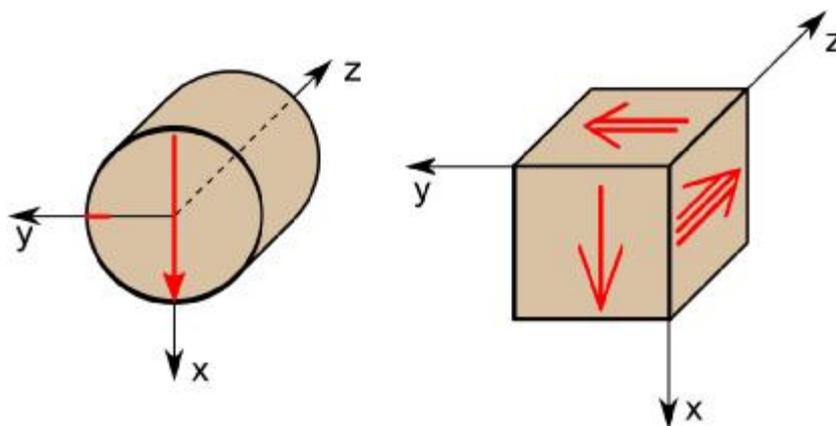
### 5.3.2 Процесс размагничивания

1. Выдвиньте кантователь из камеры для образца (**Specimen Unit**).
2. Поместите образец в кантователь (Рисунок 8). Передняя сторона образца должна быть направлена к катушке, а стрелка, обозначающая ось  $x$  в системе координат образца (Рисунок 9) должна быть направлена вверх.
3. Осторожно затяните стопорный винт в передней части кантователя. Имейте в виду, что чрезмерное усилие при затягивании стопорного винта может вызвать временное смещение кантователя, и как следствие – нарушение его работы.
4. Вдвиньте кантователь полностью в камеру для образца.
5. Нажмите **START** [Enter].



**Рисунок 8:** Установка образца в кантователь. Передняя сторона образца должна быть направлена к катушке, а красная стрелка, обозначающая ось  $x$  в системе координат образца, должна быть направлена вверх.

- a) Образец цилиндрической формы;  
b) Образец кубической формы.



**Рисунок 9:** Правила маркировки образцов цилиндрической и кубической формы в правосторонней системе координат. Одинарная стрелка обозначает ось  $x$  образца.

6. В соответствии с алгоритмом режима размагничивания (**Demagnetization mode**) начинается движение кантователя, или задается требуемая ориентация образца.
7. Амплитуда напряженности поля переменного тока быстро нарастает до максимального значения, остается постоянной в течение заданного времени, и затем постепенно снижается до нуля. Текущее значение амплитуды напряженности поля переменного тока отображается в красном поле пользовательского интерфейса, а также в строке состояния (Рисунок 6).
8. В режиме трех осей (**Three axes**) этапы 6 и 7 повторяются для каждой оси образца.

9. Кантователь приведен в исходное состояние.
10.  **INSTRUMENT IS READY** (Прибор готов к работе) – сообщение в строке состояния свидетельствует о том, что прибор готов к следующей операции (Рисунок 6).

В чрезвычайной ситуации (например, когда ослабло крепление образца), процесс размагничивания можно немедленно остановить нажатием кнопки **STOP** в строке состояния. Амплитуда напряженности поля переменного тока снижается до нуля с максимально достижимой скоростью, и движение кантователя прекращается. Для приведения кантователя в исходное состояние нажмите кнопку **INITIALIZE TUMBLER** [F12].

## 5.4 Безгистерезисное намагничивание

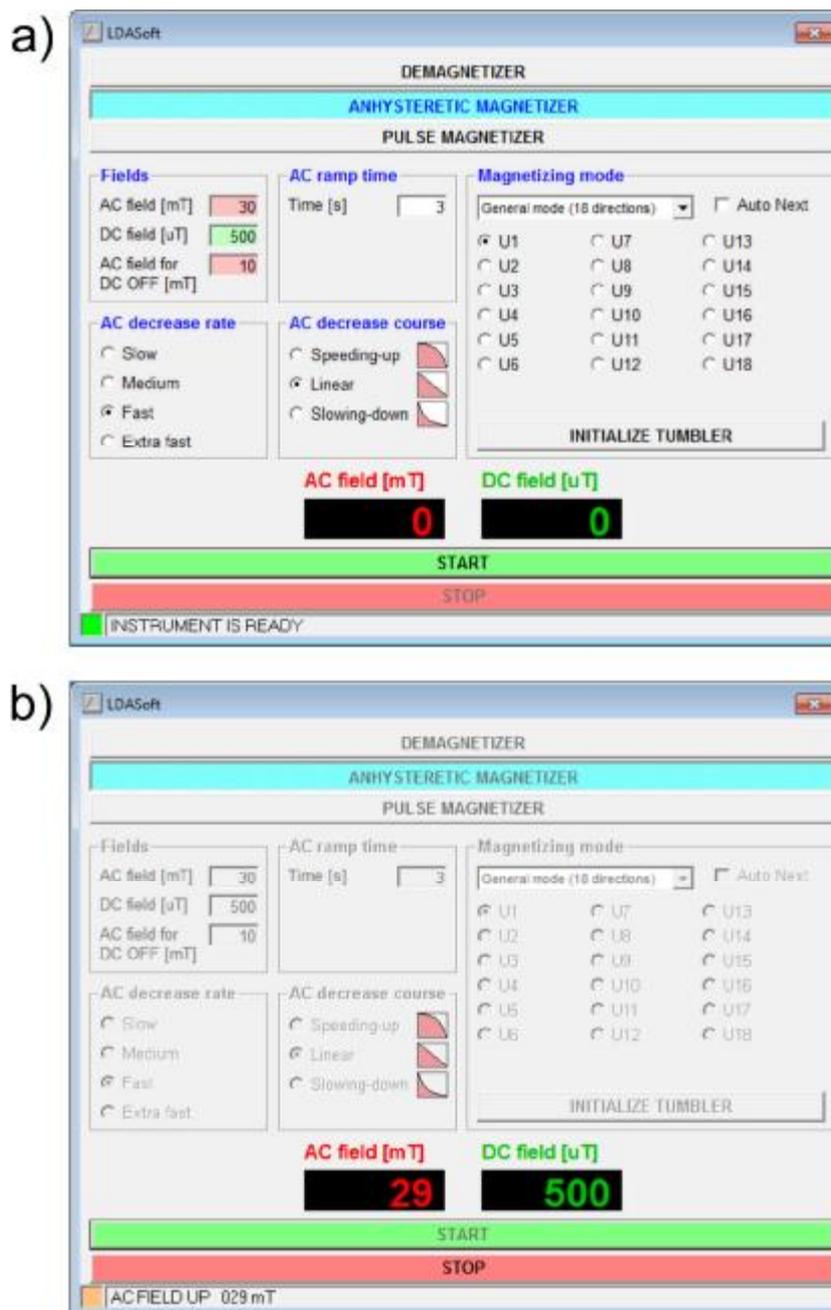
### 5.4.1 Настройка параметров намагничивания

Переведите прибор в режим безгистерезисного намагничивания (**ANHYSRETIC MAGNETIZER**) (см. Раздел 5.2), и настройте требуемые параметры намагничивания (Рисунок 10):

- **Fields** (Поля)
  - **AC field** – Максимальная амплитуда напряженности поля переменного тока (AC field) (0 – 200 мТ)<sup>6</sup>
  - **DC field** – Напряженность поля постоянного тока (поля подмагничивания) (0 – 500 мкТ)
  - **AC field for DC switch OFF** – амплитуда напряженности поля переменного тока при выключенном (OFF) поле постоянного тока (0 – амплитуда напряженности поля переменного тока)
- **AC ramp time** (Продолжительность линейного участка поля переменного тока)
  - продолжительность линейного участка поля переменного тока (AC field) (0 – 30 с)
- **AC decrease rate** (Скорость снижения переменного тока)<sup>7</sup>
  - **Slow** (Медленно) – скорость снижения составляет примерно 1 мТ/с (0 – 100 мТ)
  - **Medium** (Умеренно) – скорость снижения составляет примерно 1,5 мТ/с (0 – 150 мТ)
  - **Fast** (Быстро) – скорость снижения составляет примерно 3 мТ/с (0 – 200 мТ)
  - **Extra fast** (Очень быстро) – скорость снижения составляет примерно 9 мТ/с (0 – 200 мТ)
- **AC decrease course** (Характер снижения переменного тока)
  - **Speeding** (С ускорением) – плавное снижение амплитуды напряженности переменного тока в начале, и резкое в конце (Рисунок 7а)
  - **Linear** (Линейно) – линейное снижение амплитуды переменного тока (Рисунок 7б)
  - **Slowing** (С замедлением) – резкое снижение амплитуды переменного тока в начале, и плавное в конце (Рисунок 7с)
- **Magnetizing mode** (Режим намагничивания) включает в себя:
  - Раскрывающийся список различных режимов намагничивания:

<sup>6</sup> Для того чтобы предотвратить чрезмерный нагрев катушки, на медленных скоростях снижения переменного тока максимальная амплитуда переменного тока уменьшается.

<sup>7</sup> Ориентировочная продолжительность одного сеанса намагничивания, исходя из скорости снижения и максимальной амплитуды напряженности поля переменного тока, указана в Таблице 27.



**Рисунок 10:** Типовой пример пользовательского интерфейса в режиме **ANHYSTERETIC MAGNETIZER**.

- a) *Настройка требуемых параметров намагничивания.*  
 b) *Протекание процесса намагничивания.*

- Ū Общий режим (18 направлений)
  - Ū Основные оси образца (3 направления)
  - Ū Режим Анизотропия-А (12 направлений)
  - Ū Режим Анизотропия-В (6 направлений)
  - Ū Режим Анизотропия-С (6 направлений)
  - Ū Режим Анизотропия-Д (3 направления)
  - Ū Режим Анизотропия-Р (15 направлений)
  - Ū Кантователь не используется
- Дополнительные ячейки, где задаются нужные направления намагничивания (Рисунок 2, Приложение 6.2)
  - Ячейка **Auto Next** – если отметить эту ячейку, следующее направление намагничивания будет автоматически задаваться по завершении процесса намагничивания<sup>8</sup>.

#### 5.4.2 Процесс намагничивания

1. Выдвиньте кантователь из камеры для образца (**Specimen Unit**).
2. Поместите образец в кантователь (Рисунок 8). Передняя сторона образца должна быть направлена к катушке, а стрелка, обозначающая ось *x* в системе координат образца (Рисунок 9) должна быть направлена вверх.
3. Осторожно затяните стопорный винт в передней части кантователя. Имейте в виду, что чрезмерное усилие при затягивании стопорного винта может вызвать временное смещение кантователя, и как следствие – нарушение его работы.
4. Вдвиньте кантователь полностью в камеру для образца.
5. Нажмите **START [Enter]**.
6. Кантователь задает нужную ориентацию образца (в соответствии с алгоритмом режима намагничивания (**Magnetizing mode**)).
7. Поле постоянного тока остается включенным (ON) в течение всего периода, когда амплитуда напряженности поля переменного тока увеличивается до максимального значения, остается постоянной в течение заданного времени, и затем постепенно снижается до нуля. Амплитуда напряженности поля переменного тока отображается в красном поле, а напряженность поля постоянного тока отображается в зеленом поле пользовательского интерфейса (Рисунок 10).
8. Кантователь приведен в исходное состояние.

<sup>8</sup> Доступно только в режимах Анизотропии.

9.  **INSTRUMENT IS READY** (Прибор готов к работе) – сообщение в строке состояния свидетельствует о том, что прибор готов к следующей операции (Рисунок 6).

В чрезвычайной ситуации (например, когда ослабло крепление образца), процесс размагничивания можно немедленно остановить нажатием кнопки **STOP** в строке состояния. Амплитуда напряженности поля переменного тока и напряженность поля постоянного тока снижаются до нуля с максимально достижимой скоростью. Для приведения кантователя в исходное состояние нажмите кнопку **INITIALIZE TUMBLER** [F12].

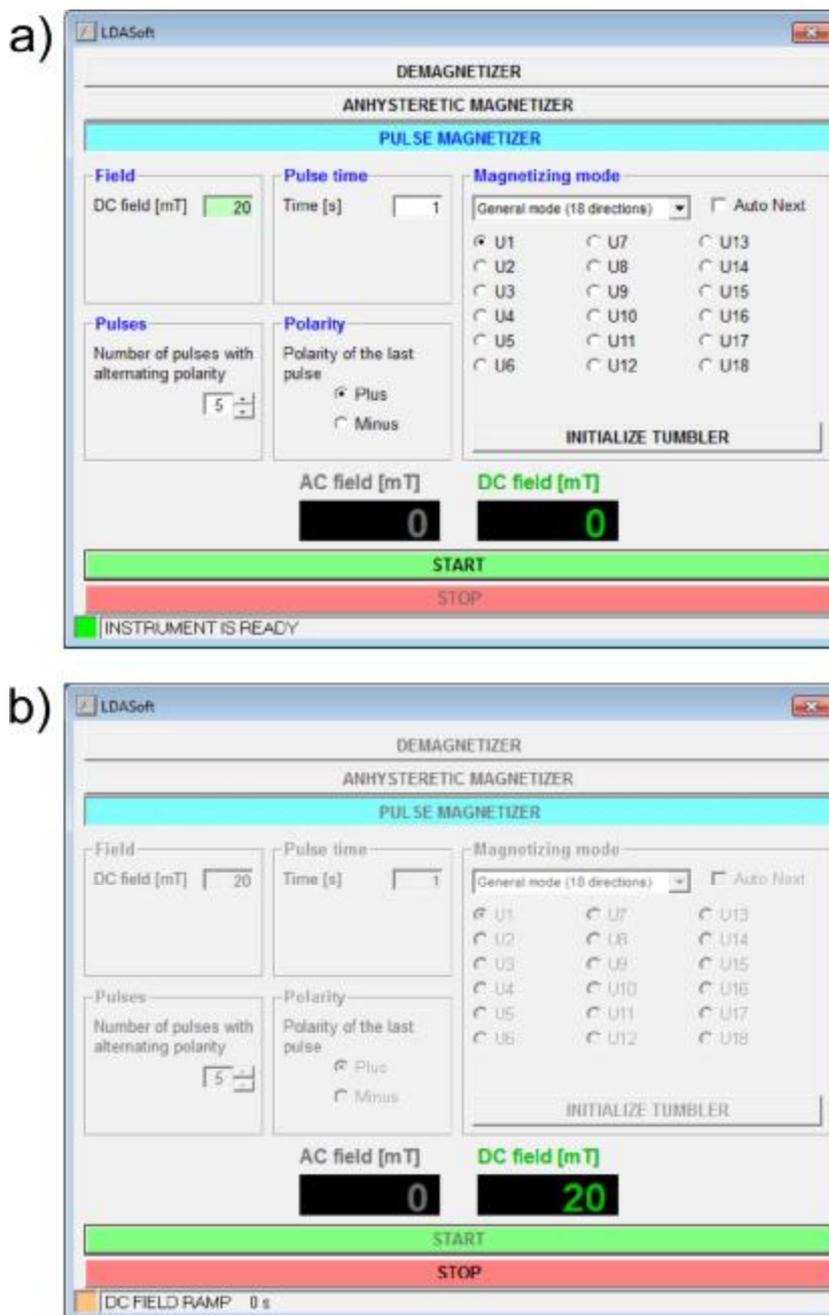
## 5.5 Импульсное намагничивание

### 5.5.1 Настройка параметров намагничивания

Переведите прибор в режим импульсного намагничивания (**PULSE MAGNETIZER**) (см. Раздел 5.2), и настройте требуемые параметры намагничивания (Рисунок 11):

- **DC field** – Напряженность поля постоянного тока (0 – 20 мТ)
- **Pulse time** – Длительность импульса поля постоянного тока (0 – 10 с)
- **Pulses** – число импульсов чередующейся полярности (1 – 10)
- **Polarity** – Полярность последнего импульса в последовательности
  - **Plus** – вдоль предварительно заданного направления
  - **Minus** – навстречу предварительно заданному направлению
- **Режим намагничивания**
  - Раскрывающийся список различных режимов намагничивания:
    - Ū Общий режим (18 направлений)
    - Ū Основные оси образца (3 направления)
    - Ū Режим Анизотропия-А (12 направлений)
    - Ū Режим Анизотропия-В (6 направлений)
    - Ū Режим Анизотропия-С (6 направлений)
    - Ū Режим Анизотропия-Д (3 направления)
    - Ū Режим Анизотропия-Р (15 направлений)
    - Ū Кантователь не используется
  - Дополнительные ячейки, где задаются нужные направления намагничивания (Рисунок 2, Приложение 6.2)
  - Ячейка **Auto Next** – если отметить эту ячейку, следующее направление намагничивания будет автоматически задаваться по завершении процесса намагничивания<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Доступно только в режимах Анизотропии.



**Рисунок 11:** Типовой пример пользовательского интерфейса в режиме **PULSE MAGNETIZER**.

- a) *Настройка требуемых параметров намагничивания.*  
 b) *Протекание процесса намагничивания.*

## 5.5.2 Процесс намагничивания

1. Выдвиньте кантователь из камеры для образца (**Specimen Unit**).
2. Поместите образец в кантователь (Рисунок 8). Передняя сторона образца должна быть направлена к катушке, а стрелка, обозначающая ось *x* в системе координат образца (Рисунок 9) должна быть направлена вверх.
3. Осторожно затяните стопорный винт в передней части кантователя. Имейте в виду, что чрезмерное усилие при затягивании стопорного винта может вызвать временное смещение кантователя, и как следствие – нарушение его работы.
4. Вдвиньте кантователь полностью в камеру для образца.
5. Нажмите **START** [Enter].
6. Кантователь задает нужную ориентацию образца (в соответствии с алгоритмом режима намагничивания (**Magnetizing mode**)).
7. Включается (ON) поле постоянного тока. Текущее значение напряженности поля постоянного тока отображается в зеленом поле пользовательского интерфейса (Рисунок 10).
8. Кантователь приведен в исходное состояние.
9. **INSTRUMENT IS READY** (Прибор готов к работе) – сообщение в строке состояния свидетельствует о том, что прибор готов к следующей операции (Рисунок 11).

В чрезвычайной ситуации (например, когда ослабло крепление образца), процесс размагничивания можно немедленно остановить нажатием кнопки **STOP** в строке состояния. Напряженность поля постоянного тока уменьшается до нуля с максимально возможной скоростью. Для приведения кантователя в исходное состояние нажмите кнопку **INITIALIZE TUMBLER** [F12].

## 6 Приложение

### 6.1 Технические характеристики

#### LDA5

<b>Разъем USB:</b>	USB mini B в специальном круглом корпусе (гальванически изолирован от ПК)
<b>Размеры образца:</b>	куб: 23,5 x 23,5 x 23,5 мм куб: 20,0 x 20,0 x 20,0 мм (с адаптером) цилиндр: диаметр 25,4 мм; высота 23,5 мм
<b>Поле размагничивания переменного тока:</b>	от 0 до 200 мТ (макс.)
<b>Требования к электропитанию:</b>	230 В / 50 Гц, 1600 ВА макс., (опционно 115 В / 60 Гц)
<b>Главные предохранители:</b>	2 x 10 А (Т – с задержкой срабатывания), (для 115 В: 2 x 20 А)
<b>Размеры, вес:</b>	Камера для образца: 110 x 39 x 46 см, 95 кг Электронный блок: 47 x 38 x 17 см, 30 кг

#### PAM1

##### Устройство для безгистерезисного намагничивания

<b>Поле намагничивания постоянного тока:</b>	от 0 до 500 мкТ
--	-----------------

##### Устройство для импульсного намагничивания

<b>Поле намагничивания постоянного тока:</b>	от 1 до 20 мТ
<b>Длительность импульсов поля пост. тока:</b>	от 0,01 до 10 с
<b>Требования к электропитанию:</b>	230 В / 50 Гц, 100 ВА макс., (опционно 115 В / 60 Гц)
<b>Главные предохранители:</b>	2 x 2 А (Т – с задержкой срабатывания), (для 115 В: 2 x 4 А)
<b>Размеры, вес:</b>	Электронный блок: 47 x 38 x 13 см, 20 кг

## 6.2 Направления намагничивания

**Таблица 1:** 18 направлений намагничивания, каждая пара представляет собой набор диаметрально противоположных направлений.

Положение	Направление в сферической системе координат	Декартова система координат
P1 P2	0/0 180/0	[1, 0, 0] [-1, 0, 0]
P3 P4	90/0 270/0	[0, 1, 0] [0, -1, 0]
P5 P6	0/90 0/-90	[0, 0, 1] [0, 0, -1]
P7 P8	45/0 225/0	[1, 1, 0] [-1, -1, 0]
P9 P10	315/0 135/0	[1, -1, 0] [-1, 1, 0]
P11 P12	90/45 270/-45	[0, 1, 1] [0, -1, -1]
P13 P14	90/-45 270/45	[0, 1, -1] [0, -1, 1]
P15 P16	0/45 180/-45	[1, 0, 1] [-1, 0, -1]
P17 P18	180/45 0/-45	[-1, 0, 1] [1, 0, -1]

### 6.3 Примерная продолжительность размагничивания/намагничивания

*Таблица 2: Примерная продолжительность размагничивания для различных максимальных амплитуд напряженности поля переменного поля и скоростей снижения, при длительности линейного участка равной нулю.*

Поле переменного тока [мТ]	Скорость снижения			
	Медленно	Умеренно	Быстро	Очень быстро
10	22 с	19 с	16 с	14 с
20	31 с	25 с	19 с	16 с
50	58 с	43 с	29 с	19 с
100	105 с	74 с	44 с	24 с
150	не исп.	108 с	64 с	35 с
200	не исп.	не исп.	80 с	41 с

## 6.4 Гарантия

Компания AGICO гарантирует, что данное изделие не имеет дефектов материалов и дефектов изготовления, как правило, в течение 1 (одного) года с даты установки. Если с даты отгрузки до даты установки прошло больше 3 (трех) месяцев по причинам, зависящим от Клиента, действие гарантийного срока начинается спустя три месяца после даты отгрузки. Если в течение гарантийного периода будет подтверждено наличие дефекта в любом таком изделии, компания AGICO по своему усмотрению либо произведет ремонт дефектного изделия без взимания платы за запчасти и рабочее время, либо обменяет дефектное изделие на исправное.

Для получения права на гарантийное обслуживание Клиент должен уведомить компанию AGICO о наличии дефектов до истечения гарантийного периода и принять необходимые меры для проведения обслуживания. Компания AGICO принимает решение, будет ли ремонт произведен в лаборатории Клиента техническим специалистом AGICO или специалистом по обслуживанию, имеющим полномочия AGICO, или же изделие должно быть отправлено производителю для ремонта. В последнем случае Клиент берет на себя ответственность за упаковку и отправку дефектного изделия в сервисный центр AGICO. В обоих случаях все расходы, связанные с гарантийным ремонтом, относятся на счет компании AGICO.

Гарантия становится недействительной в случае, если Клиент вносит изменения в конструкцию прибора, или не соблюдает инструкции по эксплуатации; если произошел отказ, вызванный неправильным использованием, неправильным или недостаточным уходом и техническим обслуживанием изделия; если клиент пытается произвести установку прибора без прямого письменного разрешения компании AGICO. Компания AGICO не обязана производить гарантийное обслуживание в следующих случаях: а) для исправления повреждений, вызванных действиями лиц, не являющихся представителями AGICO по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) для исправления повреждений, вызванных неправильной эксплуатацией или подключением к несовместимому оборудованию, или в) для обслуживания изделия, конструкция которого была изменена, или которое было интегрировано с другими изделиями, если следствием такого изменения является увеличение времени или сложности обслуживания изделия.

Эта гарантия дается компанией AGICO в отношении данного изделия взамен любых других гарантий, прямых или подразумеваемых. Компания AGICO и ее поставщики не дают никаких подразумеваемых гарантий пригодности для продажи или пригодности для конкретной цели. Ответственность компании AGICO произвести ремонт или заменить дефектные изделия является единственным и исключительным средством правовой защиты, предоставляемым Клиенту за нарушение данной гарантии. Компания AGICO и ее поставщики не несут ответственности за любой косвенный, особый, случайный или последующий ущерб, независимо от того, получила ли компания AGICO или ее поставщик предварительное уведомление о возможности такого ущерба.

## 6.5 Декларация соответствия нормам ЕС

Мы,

AGICO, s.r.o., Ječná 29a, CZ - 621 00 Brno, IČO 607 313 54, заявляем, что изделие:

- **Название:** Система размагничивания переменным магнитным полем и безгистерезичного/импульсного намагничивания образцов горных пород.
- **Тип устройства:** LDA5 – Устройство для размагничивания переменным магнитным полем
- **Тип устройства:** PAM1 – Устройство для безгистерезисного и импульсного намагничивания
- **Производитель:** AGICO, s.r.o., Ječná 29a, CZ - 621 00 Brno, IČO 607 313 54
- **Место производства** AGICO, s.r.o., Ječná 29a, CZ - 621 00 Brno, IČO 607 313 54

соответствует применимым требованиям следующих регламентирующих / нормативных документов и технических требований:

ČSN EN 61000-6-3 ред. 2:2007+A1:2011 – (Чешская версия EN 61000-6-3:2007+A1:2011)  
ČSN EN 55016-2-1 ред. 3:2009+A1:2011 – (Чешская версия EN 55016-2-1:2010+A1:2011)  
ČSN EN 55016-2-3 ed. 3:2010+A1:2011 – (Чешская версия EN 55016-2-3:2010+A1:2010)  
ČSN EN 61000-3-2 ed. 3:2006+A1:2010+A2:2010 – (Чешская версия EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009)  
ČSN EN 61000-3-3 ред. 2:2009 – (Чешская версия EN 61000-3-3:2008)  
ČSN EN 61000-6-1 ред. 2:2007 – (Чешская версия EN 61000-6-1:2005)  
ČSN EN 61000-4-2 ред. 2:2009 – (Чешская версия EN 61000-4-2:2009)  
ČSN EN 61000-4-3 ред. 3:2006+A1:2008+A2:2011 – (Чешская версия EN 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010)  
ČSN EN 61000-4-4 ред. 2:2005+A1:2010 – (Чешская версия EN 61000-4-4:2004+A1:2010)  
ČSN EN 61000-4-5 ред. 2:2007 – (Чешская версия EN 61000-4-5:2006)  
ČSN EN 61000-4-6 ред. 3:2009 – (Чешская версия EN 61000-4-6:2009)  
ČSN EN 61000-4-11 ред. 2:2005 – (Чешская версия EN 61000-4-11:2004)

Решение о соответствии было принято во взаимодействии с организацией TÜV  
SÜD Czech s.r.o., Prague, Czech Republic

Место и дата подготовки документа: Брно, май 2013

Ответственное лицо: Бакалавр Petr Pokorný, инженер-разработчик

## 6.6 Хранение и транспортировка

Хранение и перевозка надлежащим образом упакованного прибора может осуществляться при температуре от -20°C до + 55°C и относительной влажности 80%. В обоих случаях хранение прибора должно осуществляться в подходящем месте, при отсутствии пыли и испарений химических веществ.

**АГТ СИСТЕМС**

Москва

2013

[www.agtsys.ru](http://www.agtsys.ru)

[sales@agtsys.ru](mailto:sales@agtsys.ru)

+7 (495) 232-07-86