

# Презентация ПО "Неопределенность 1.5"

- К Вашему вниманию предлагается презентация возможностей автоматизированного вычисления неопределенности измерений с помощью ПО "Неопределенность"!
- В этой презентации будет рассмотрена проблема автоматизации оценивания неопределенности и описание возможностей и преимуществ "Неопределенность 1.5" на демонстрационной версии;
- "Неопределенность 1.5 ДЕМО" можно бесплатно скачать с нашего официального сайта: <http://www.novikov.biz.ua>;
- Желательно знакомиться с этой презентацией и демонстрационной версией продукта параллельно;

# Вступление

---

- п. 5.4.6. стандарта ISO\IEC 17025:2005 требует от испытательных лабораторий: "...иметь и применять процедуры оценивания неопределенности измерения..."
- Оценивание неопределенности измерения в испытательных лабораториях Украины и стран СНГ является ключевым фактором при сопоставлении результатов испытаний с европейскими и мировыми лабораториями.

# Проблемы

- На сегодняшний день лабораториям не хватает специалистов, знакомых с концепцией неопределенности измерения;
- Использование вычислительной части ISO GUM(Руководство из выражения неопределенности в измерениях) - основного документа по оценке неопределенности измерений, требует математического образования;
- Вычисления, которые проводятся при оценивании, требуют значительных ресурсов лаборатории, поскольку:
  - Связаны со справочными данными математической статистики;
  - Имеют много нетривиальных вычислений.

# Автоматизация процесса

---

- Очевидно, что вычислительная сторона оценивания неопределенности измерений может быть автоматизирована, как это было сделано европейскими метрологическими институтами и консалтинговыми компаниями;
- Лаборатории в Европе не проводят вычисления оценок неопределенности измерения "вручную", поскольку намного дешевле приобрести специальное программное обеспечение;
- Для решения проблемы в странах СНГ, было разработано соответствующее программное обеспечение - "Неопределенность".

# "Неопределенность 1.5"

- Проводит вычисление в соответствии с ISO GUM и EURACHEM/CITAC Guide CG4;
- Вычисляет оценки суммарной стандартной, расширенной неопределенности, строит "Бюджет неопределенности";
- Дает графическую интерпретацию вкладов каждого источника неопределенности в суммарную стандартную неопределенность с целью дальнейшего анализа;
- Готовит печатный отчет об оценке неопределенности измерения в соответствии с требованиями управления документацией ISO/IEC 17025 и требованиям ISO GUM, EA-4/02 и EA-4/16;
- Работает на украинском и русском языках, и многое другое, что будет описано детальнее в этой презентации.

# Примеры

---

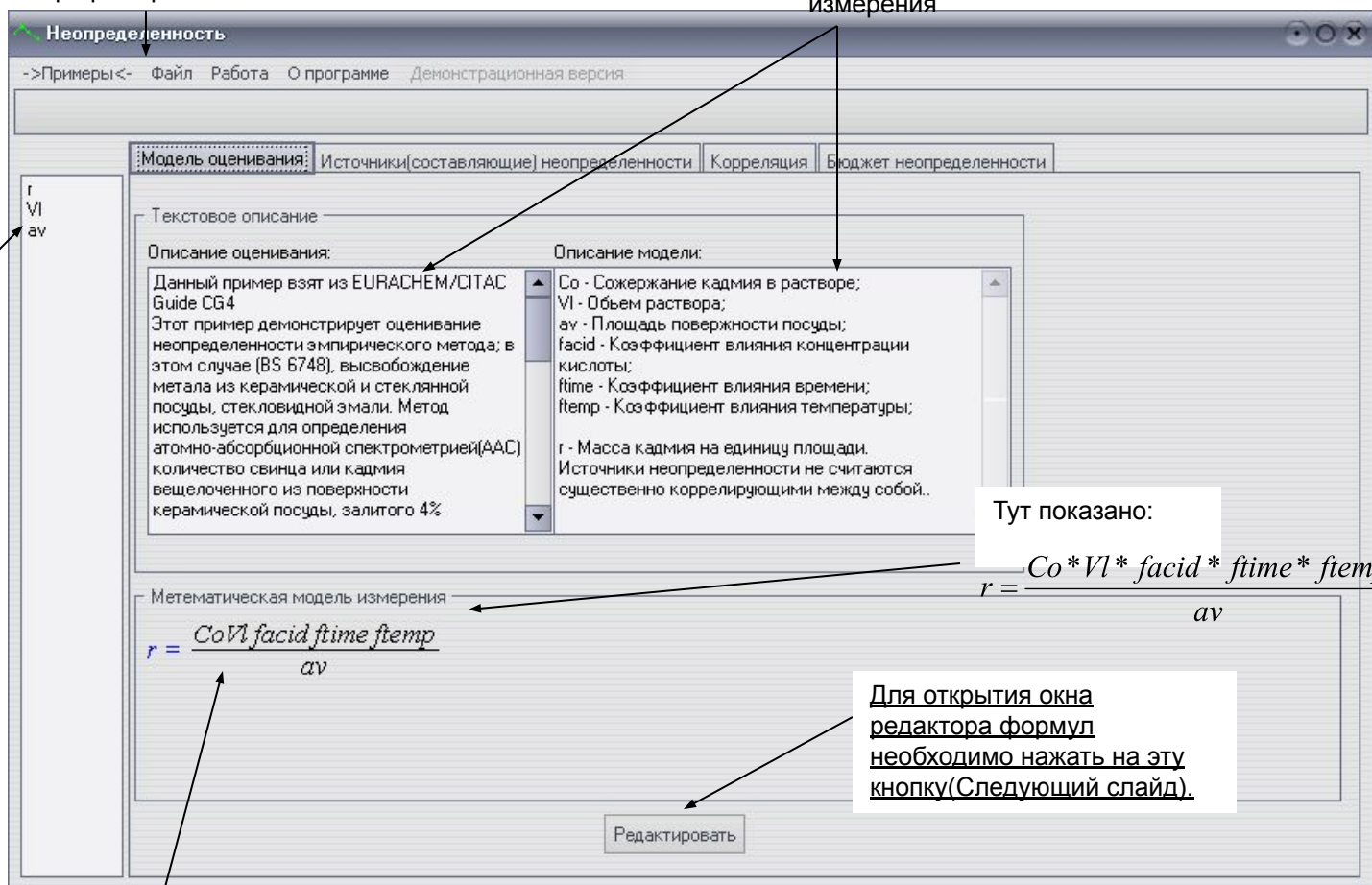
- Возможности ПО "Неопределенность 1.5" будут показаны на демонстрационной версии, которая является свободной для ознакомления и может быть скачена с официального сайта ЧП Новиков В.В.;

# Общий вид ПО

Главное меню, раздел "Примеры"  
- выбор примеров

Текстовое описание оценивания и  
математической модели  
измерения

Переменные, обозначающие измеряемые величины, неопределенность которых оценивается. Неопределенность 1.5" позволяет создавать "вложенные" оценивания - оценивания неопределенности по собственной математической модели, с собственными источниками (составными) неопределенности, рассматривается как источник (составная) неопределенности другого оценивания. Такое свойство открывает безграничные возможности оценивания неопределенности любой сложности и структуры, с любым количеством источников неопределенности. Это свойство будет описано ниже в примерах.

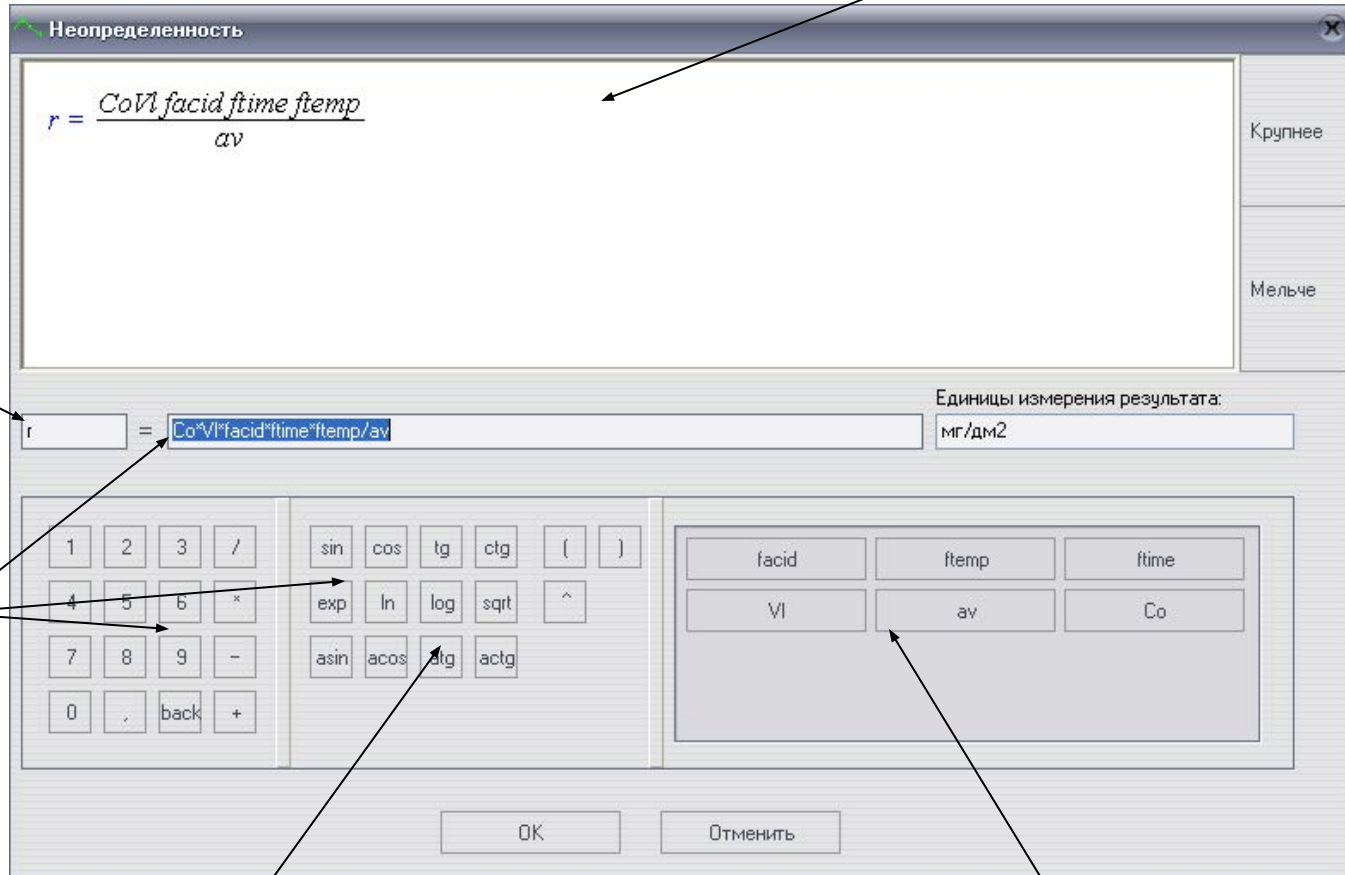


Формула математической модели. "Неопределенность 1.5" дает возможность задавать любую формулу и имеет ряд встроенных функций (например, возведение в степень, тригонометрические функции, и.т.д.), что дает возможность оценивать неопределенность любого измерения.

# Редактор формул

Из данного окна доступны все функции ПО редактирования формулы математической модели измерения

Графическое отображение формулы, автоматически распознанное ПО



Обозначение переменной результата измерения

ПО позволяет вводить формулы двумя способами. Используя специальные кнопки и "вручную" в поле задания формулы.

Кнопки для стандартных математических функций.

Кнопки для обозначения источников неопределенности, созданных в данном оценивании.



# Источники (составляющие) неопределенности

Нажмите на закладку

Эта страница используется для просмотра/создания/удаления/редактирования источников неопределенности данного оценивания неопределенности измерения

Нажмите сюда и выберите переменную

Данный источник неопределенности оценивается по типу В. "Неопределенность 1.5" поддерживает такие типы оценивания неопределенности: по типу А, по типу В, оценивание неопределенности, которое вносится калиброванием и "вложенное" оценивание неопределенности.

Задается равномерный закон распределения с соответствующими параметрами. "Неопределенность 1.5" поддерживает 5 априорных законов распределения : равномерный (прямоугольный), треугольный, трапециевидный, нормальный и U - распределение (синусоидальный)

Выбор переменной: ftime

Описание источника

Переменная: ftime Единицы измерения: --

Тип: Тип В

По типу В

Вид распределения: Равномерное Параметры распределений: Центр/полуширина

Параметры распределения

Центр интервала: 1

Полуширина интервала: 0,0015

Степени свободы: Бесконечность

Текстовое описание: Для сравнительно медленного процесса выщелачивания, количество вещества будет приблизительно пропорциональным времени для малых изменений времени. Из научных исследований известно, что коэффициент приблизительно равен 0.3%/час. Для изменения (24±0.5) часов для Co нужен коэффициент ftime, который равен  $1 \pm (0.5 \cdot 0.003) = 1 \pm 0.0015$ . Предполагается равномерное распределение.

Текстовое описание данного источника неопределенности приводится в этом окне

Управление источниками(составляющими)

Добавить новую... Подтвердить изменения Удалить

Управление источниками неопределенности - создание, внесение изменений, удаление.

Параметры симметричных распределений можно задавать разными способами, как:

- центр и полуширину интервала или как:
- нижнюю и верхнюю границу интервала;

# Неопределенность, которая вносится калибровкой

"Неопределенность 1.5" позволяет оценивать неопределенность, которая вносится калибровочной прямой или кривой второго порядка, построенную по методу наименьших квадратов. Для этого необходимы как данные калибрования, так и результаты измерения.

Нажмите сюда и выберите переменную Co

Выбор переменной  
Co

Описание источника  
Переменная: Co Единицы измерения: мг/л  
Тип: калибровочная

Неопределенность, которая вносится калибровкой

количество измерений для калибровки: 3 количество измерений: 2  
количество стандартных образцов для калибровки: 5 Результаты: 0,25  
0,27

задать данные калибровки

результат калибровки

Квадратичная аппроксимация

Управление источниками(составляющими)  
Добавить новую... Подтвердить изменения Удалить

**Результаты калибровки**

Закреть Результаты:

| Ст.образцы | 1     | 2     | 3     |
|------------|-------|-------|-------|
| 0,1        | 0,028 | 0,029 | 0,029 |
| 0,3        | 0,084 | 0,083 | 0,081 |
| 0,5        | 0,135 | 0,131 | 0,133 |
| 0,7        | 0,18  | 0,181 | 0,183 |
| 0,9        | 0,215 | 0,23  | 0,216 |

Особый тип

В этих полях приводится количество измерений одного стандартного образца и количество стандартных образцов

Просмотреть кривую (прямую) можно здесь

Здесь приведено количество измерений образца, неопределенность измерения которого оценивается, и полученные результаты.

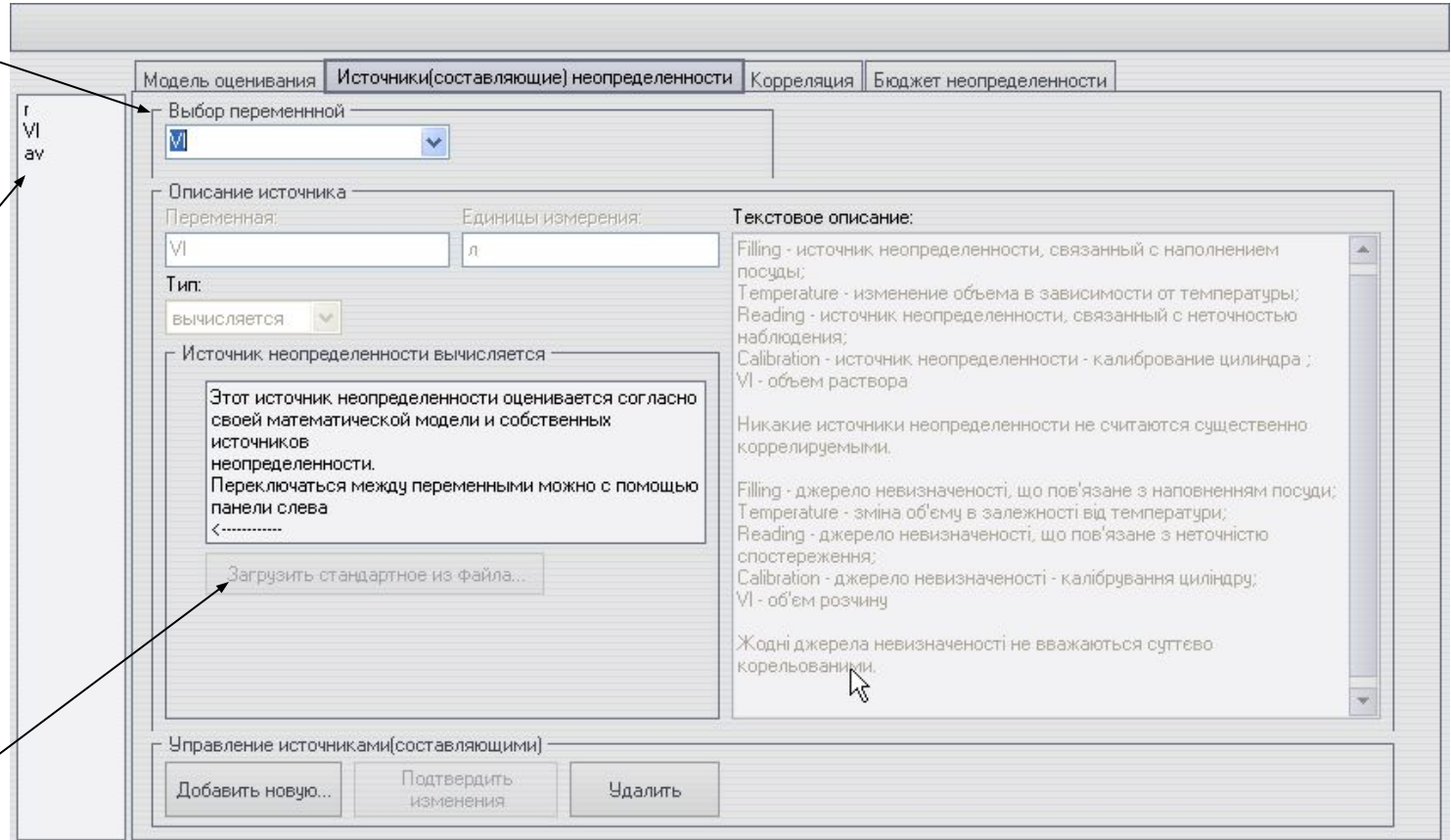
После нажатия на кнопку, появится окно, в котором приводятся данные калибровки - значение измеренной величины стандартных образцов и значения откликов прибора.

## “Вычисляемый” источник неопределенности

"Неопределенность 1.5" позволяет создавать "вложенные" оценивания неопределенности, то есть источник(составляющая) неопределенности в одной математической модели является выходной величиной другой, что оценивается по собственной математической модели и собственными источниками неопределенности, которые также могут быть "вложенными". Это удобное и необходимое свойство открывает безграничные возможности пользователям.

Нажмите сюда и выберите переменную VI

Переменная доступна из панели. Нажав на ее обозначение, перейдем к описанию ее собственной математической модели и источников неопределенности. Для перехода к "главному" оцениванию нажмите на верхнюю переменную "r".



ПО позволяет загружать "вложенные" оценивания из файла, то есть использовать предшествующие оценивания неопределенности многократно. Это могут быть некие "стандартные" источники неопределенности, которые учитываются в многих измерениях. Для таких источников необходимо создать и сохранить один файл оценивания неопределенности, а потом использовать его в других оцениваниях. Данное свойство еще раз показывает универсальность и удобство работы ПО.

# Вложенное оценивание

Переменная "VI" и "av" оцениваются независимо, а результат используется в "главном" оценивании

Описание вложенного оценивания

Model Evaluation | Sources (components) of uncertainty | Correlation | Budget of uncertainty

Textual description:

Description of evaluation: This part of the example describes the evaluation of the uncertainty of the volume of the solution to be analyzed. A 500 ml standard cylinder was used.

Description of model: Filling - source of uncertainty, related to filling the container; Temperature - change in volume depending on temperature; Reading - source of uncertainty, related to measurement accuracy; Calibration - source of uncertainty - cylinder calibration; VI - volume of solution. No sources of uncertainty are considered significantly correlated.

Mathematical model of measurement:

$$VI = Filling + Temperature + Reading + Calibration$$

Mathematical model of evaluation

Own sources of uncertainty

Model Evaluation | Sources (components) of uncertainty

Variable selection: Reading, Calibration, Reading, Temperature, Filling, Reading

Units of measurement: л

Type: Type B

By type B: Distribution type: Triangular; Distribution parameters: Center/width

Distribution parameters: Center of interval: 0,332; Width of interval: 0,00332; Degrees of freedom:

# Корреляция

В данной закладке указана матрица корреляции источников неопределенности данной математической модели (показана для «главного» оценивания).

The screenshot shows a software interface with a tabbed menu at the top: "Модель оценивания", "Источники(составляющие) неопределенности", "Корреляция", and "Бюджет неопределенности". The "Корреляция" tab is active. On the left, a sidebar lists "r", "VI", and "av". The main area is titled "Матрица корреляции" and contains a 7x7 matrix with the following data:

|       | facid | ftemp | ftime | VI | av | Co |
|-------|-------|-------|-------|----|----|----|
| facid | 1     | 0     | 0     | 0  | 0  | 0  |
| ftemp | 0     | 1     | 0     | 0  | 0  | 0  |
| ftime | 0     | 0     | 1     | 0  | 0  | 0  |
| VI    | 0     | 0     | 0     | 1  | 0  | 0  |
| av    | 0     | 0     | 0     | 0  | 1  | 0  |
| Co    | 0     | 0     | 0     | 0  | 0  | 1  |

Below the matrix is a section titled "Задать коэффициенты корреляции" with the following controls:

- A dropdown menu with "facid" selected.
- A label "коррелирует с:" followed by a dropdown menu with "ftime" selected.
- A label "Коэффициент корреляции:" followed by a text input field containing "0".
- A "Посчитать" button.
- An "Изменить" button.

Arrows point from the "Изменить" button to the "ftime" dropdown and the "0" input field.

Коэффициенты корреляции можно изменять, а в некоторых случаях и оценивать по экспериментальным данным.

# Бюджет неопределенности

После нажатия <F5> или меню "Работа" - "Вычислить" перед Вами появится следующее окно - результаты работы "Неопределенность 1.5":

В рамке можно задавать уровень доверия, с которым вычислять коэффициент охвата(и розширеную неопределенность). Также можно задавать тип подсчета коэффициента охвата. "Неопределенность 1.5" позволяет вычислять коэффициент охвата(покрытие) исходя из таких законов розпределения вероятностей результата измерения(исходной величины математической модели): нормального, стьюдента и равномерного. Также есть автоматизированный выбор типа вычисления, исходя из анализа, рекомендованного нормативными документами. При изменении доверительной вероятности и (или) розпределения выходной величины(способа подсчета) надо вычислять (клавиша F5) для вывода новых результатов.

Бюджет неопределенности представляет собой данные по каждому источнику неопределенности, сведенные в таблицу, согласно рекомендациям нормативных документов. В каждой строке выводятся данные по источнику неопределенности: приписанное значение, оценка стандартной неопределенности, априорное розпределение вероятностей, степени свободы, коэффициент чувствительности и вклад в суммарную неопределенность. Последняя строка отвечает результату измерения.

В рамке приведены значения оценок суммарной стандартной неопределенности, розширенной неопределенности результата измерения, коэффициента покрытия (охвата) и способ его подсчета.

Ниже в рамке можно просмотреть значение относительных оценок.

Модель оценивания
Источники(составляющие) неопределенности
Корреляция
Бюджет неопределенности

Подсчет розширенной неопределенности(коэффициента охвата)

Уровень доверия:       Тип подсчета(розпределение выходной величины): Не заданное(автоматическое)

Бюджет неопределенности

| Переменная | Приписанное значение      | Станд. неопределенность   | Распределение вероятности. | Ст. свободы   | Козф. чувствительности | Вклад в неопределенность |
|------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|
| facid      | 1 --                      | 0,0008 --                 | Нормальное                 | Бесконечность | 0,0363                 | 0                        |
| ftemp      | 1 --                      | 0,0577 --                 | Равномерное                | Бесконечность | 0,0363                 | 0,0021                   |
| ftime      | 1 --                      | 0,0009 --                 | Равномерное                | Бесконечность | 0,0363                 | 0                        |
| VI         | 0,332 л                   | 0,0018 л                  | Нормальное                 | Бесконечность | 0,1093                 | 0,0002                   |
| av         | 2,378 дм <sup>2</sup>     | 0,0645 дм <sup>2</sup>    | Нормальное                 | Бесконечность | -0,0153                | 0,001                    |
| Co         | 0,26 мг/л                 | 0,0178 мг/л               | Нормальное                 | 1             | 0,1396                 | 0,0025                   |
| г          | 0,0363 мг/дм <sup>2</sup> | 0,0034 мг/дм <sup>2</sup> |                            |               |                        |                          |

Результат оценивания неопределенности

Стандартная неопределенность:       Розширенная неопределенность:       Козф. охвата(покрытие):

Козф. охвата посчитан исходя из нормального розпределения вероятностей исходной величины математической модели измерения

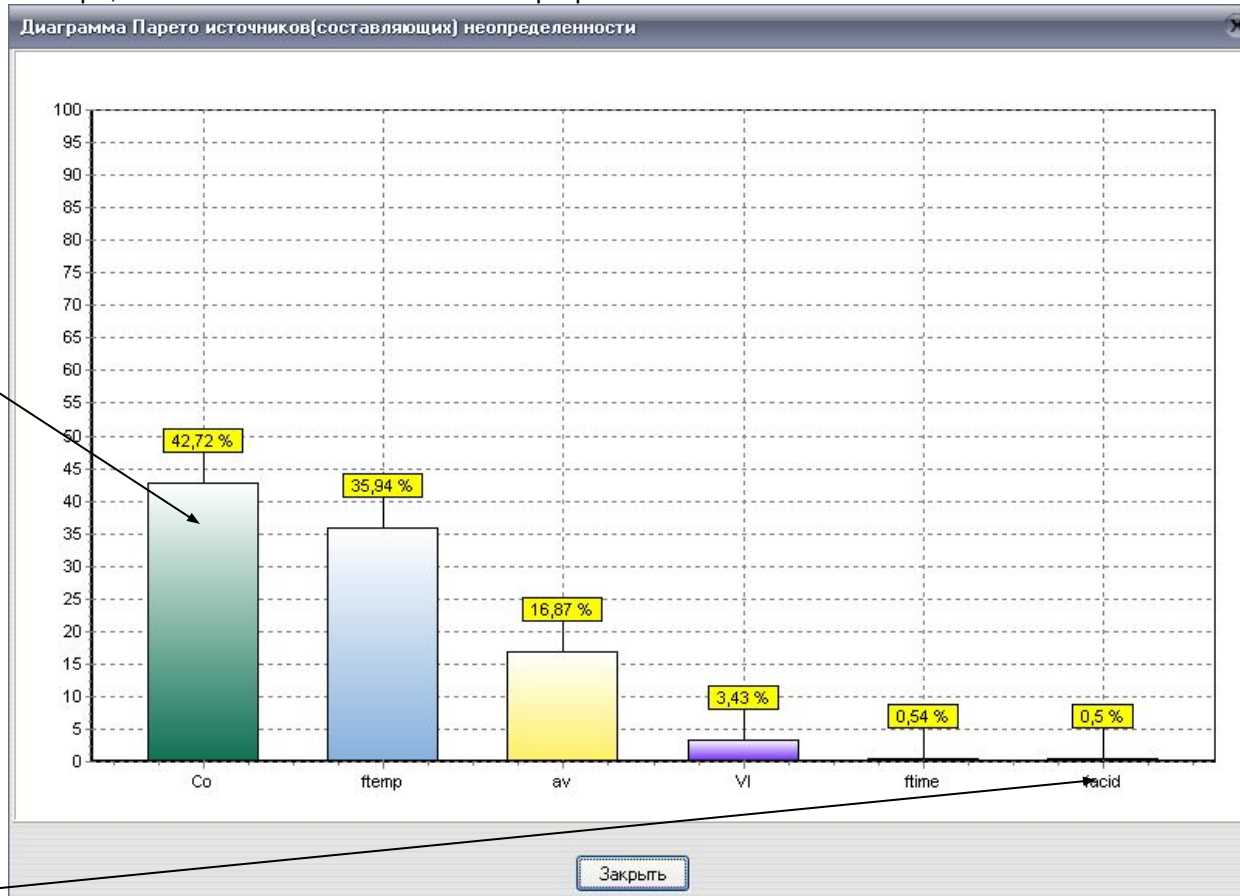
Результат оценивания относительной неопределенности

Относительная стандартная неопределенность:       Относительная розширенная неопределенность:

# Диаграмма Парето

"Неопределенность 1.5" строит диаграмму Парето процентных вкладов источников(составляющих) неопределенности в суммарную неопределенность согласно рекомендациям нормативных документов. Диаграмма Парето позволяет наглядно проводить анализ вкладов источников неопределенности. Для просмотра, нажмите <F6> из главного окна программы:

Вклад источника Co является наибольшим



Вклад этого источника является наименьшим

# Печать

Неопределенность 1.5" позволяет печатать все входные данные и результаты работы программы в отчете об оценке неопределенности измерения. Отчет также можно экспортировать в MS Word для дальнейшего редактирования. Функции печати и экспорта отчета отключенные в демо-версии ПО.

**Демонстрационная версия**  
**Отчет об оценке неопределенности измерения**  
Отчет составил \_\_\_\_\_  
**24.06.2007**  
Страница: 1 из 8

24.06.2007 \_\_\_\_\_ Подпись исполнителя

Описание оценивания, описание метода.  
Данный пример взят из EURACHEM/CITAC Guide CG4. Этот пример демонстрирует оценивание неопределенности эмпирического метода; в этом случае (BS 6748), высвобождение металла из керамической и стеклянной посуды, стекловидной эмали. Метод используется для определения атомно-абсорбционной спектрометрией(AAS) количество свинца или кадмия вещелоченого из поверхности керамической посуды, залитого 4% раствором уксусной кислоты  
1) Отдельно измеряется площадь поверхности посуды. Для этого примера - 2.37 дм2.  
2) Образец заливается 4% w/v раствором при температуре (22±2) °C в пределах 1 мм до края посуды от верхнего обода образца.

Описание математической модели измерения.  
Co - Соеержание кадмия в растворе;  
Vl - Объем раствора;  
av - Площадь поверхности посуды;  
facid - Коэффициент влияния концентрации кислоты;  
ftime - Коэффициент влияния времени;  
ftemp - Коэффициент влияния температуры;  
r - Масса кадмия на единицу площади.  
Источники неопределенности не считаются существенно коррелирующими между собой.

Математическая модель измерения:  
$$r = \frac{Co \cdot V_l \cdot facid \cdot ftime \cdot ftemp}{av}, \text{ мг/дм}^2$$

**Отчет об оценке неопределенности измерения**  
**Демонстрационная версия**  
Неопределенность, ©2006-2007 ЧП Новиков В.В.  
Страница: 2 из 8

24.06.2007 \_\_\_\_\_ Подпись исполнителя

Описание источника (составляющей) неопределенности:  
**Исследование показало, что изменение концентрации кислоты от 4% до 5% увеличило выщелачивание для конкретного образца с 92.9 до 101.9 мг/л.**  
**Для коэффициента facid это изменение равно (101.9 - 92.9) / 92.9 = 0.097 или близкая 0.1.**  
**Во время другого исследования сделан вывод, что зависимость приблизительно линейная.**  
**В отдельном эксперименте была исследована стандартная неопределенность концентрации кислоты 3.996% и = 0.008%. Тогда неопределенность коэффициента facid будет равной : 0.008\*0.1 = 0.0008. Это значение напрямую можно использовать в вычислениях , как**

| Переменная                   | facid      |
|------------------------------|------------|
| Тип оценивания               | Тип А      |
| Распределение вероятности    | Нормальное |
| Приспавное значение          | 1 --       |
| Стандартная неопределенность | 0.0008 --  |
| Коэффициент чувствительности | 0.0363     |
| Вклад в неопределенность     | 0 мг/дм2   |
| Вклад в процентах            | 0.498 %    |

| № наблюдения | Значение, -- |
|--------------|--------------|
| 1            | 1            |

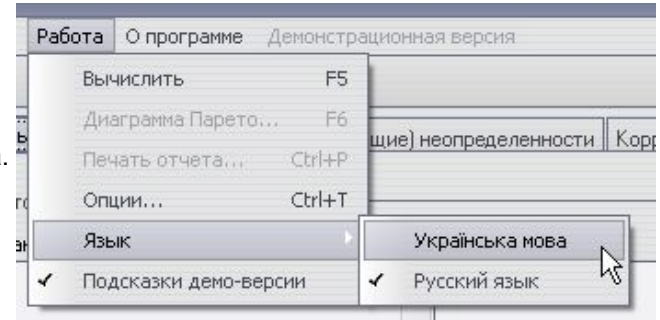
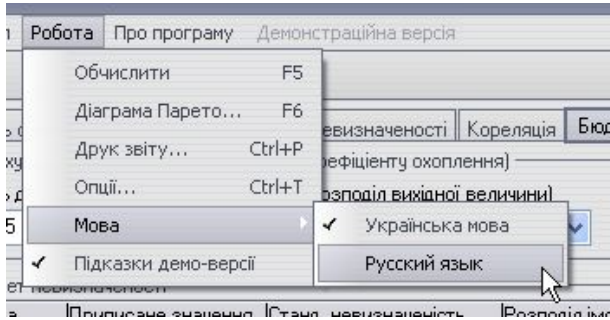
Страница 1 из 8

Просмотрите все страницы отчета



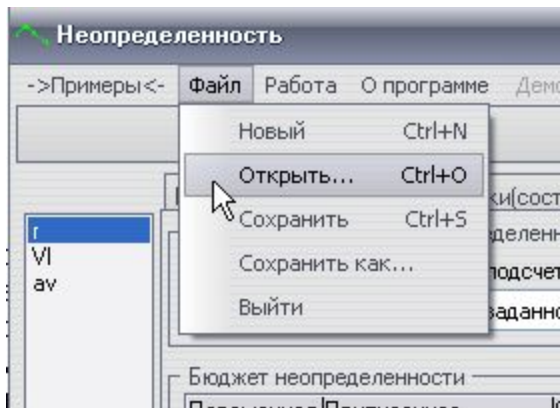
## Два рабочих языка

Начиная с версии 1.5, ПО поддерживает русский язык. Переключение языков: меню - "Работа" - "Язык". ПО изменит язык после следующего запуска.



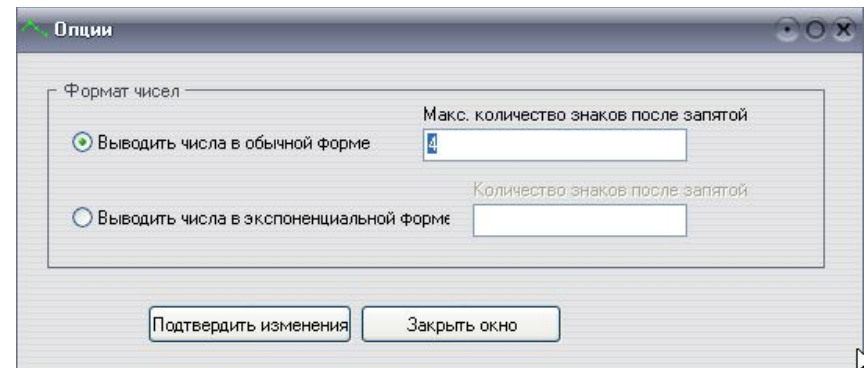
## Работа с файлами

Как и любое современное ПО, "Неопределенность 1.5" позволяет сохранять и загружать файлы, в которых сохраняются все данные оценивания неопределенности. В демонстрационной версии возможность сохранения файлов отключена.



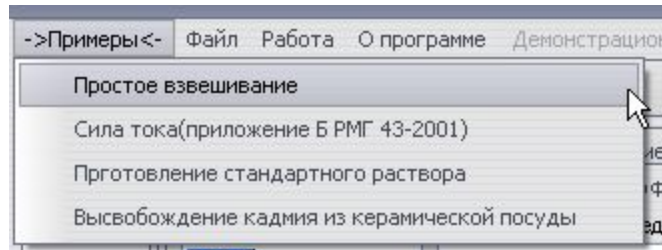
## Точность

"Неопределенность" позволяет задавать желаемую точность результатов своей работы. Для открытия "Опций" - меню «Работа»-«Опции». После подтверждения изменений, нажмите F5, для того, чтобы вычислить все данные с новой точностью.



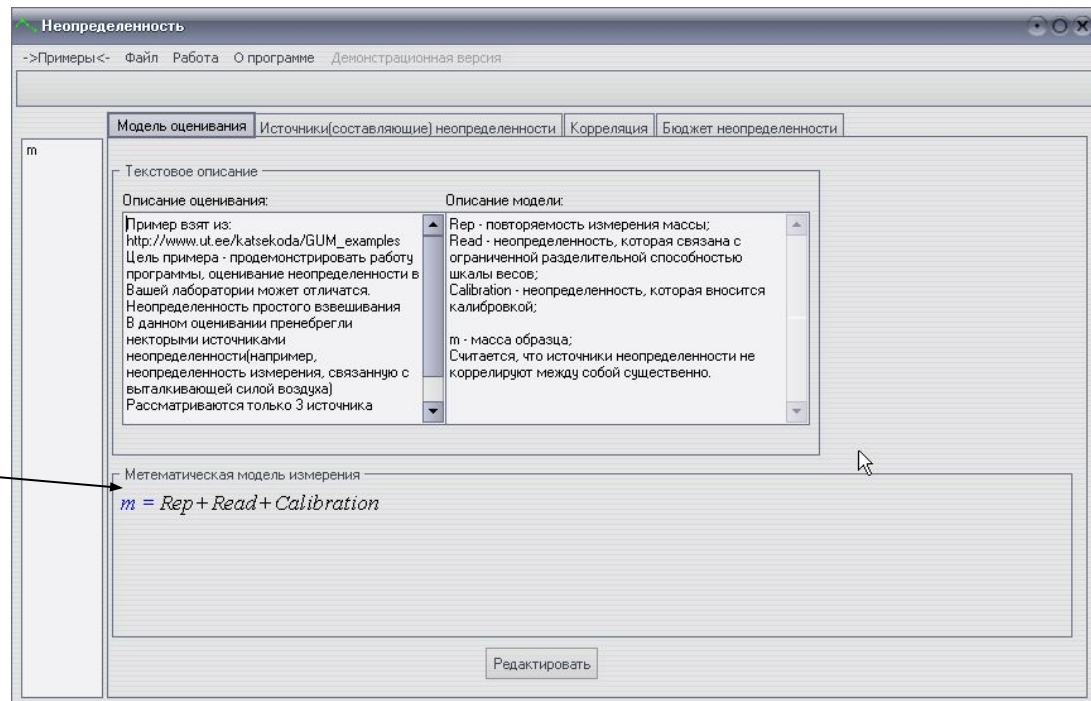
# Выбор примера

Выберите в меню "Примеры" - "Простое взвешивание"



Все примеры носят демонстрационный характер, реальное оценивание неопределенности в Вашей лаборатории может отличаться

Согласно этой модели рассматривается 3 источника неопределенности



# Источники неопределенности (тип А)

Выберите переменную

Неопределенность, вносимая повторяемостью (Rep) оценивается по типу А:

Оценивание неопределенности по типу А

Количество наблюдений

СКО будет подсчитано из данных наблюдений (ПО позволяет пользователю задавать СКО)

Задать/редактировать наблюдения

Окно для введения и редактирования данных наблюдений

Текстовое описание источника неопределенности

Выбор переменной: Rep

Описание источника: Переменная: Rep

Тип: Тип А

По типу А: Количество наблюдений: 16

Оценивание неопределенности: Экспериментальное

Ввести значения

Значения(результаты наблюдений)

|   |      |    |      |
|---|------|----|------|
| 1 | 32,4 | 10 | 32,6 |
| 2 | 33,1 | 11 | 32,8 |
| 3 | 33,2 | 12 | 32,9 |
| 4 | 33,1 | 13 | 32,1 |
| 5 | 32,7 | 14 | 32,3 |
| 6 | 32,1 | 15 | 32,2 |
| 7 | 32   | 16 | 32,6 |
| 8 | 32,1 |    |      |
| 9 | 32,5 |    |      |

Закреть

Для просмотра - кнопка "Ввести значения"

Текстовое описание источника неопределенности: ...ия массы, определена экспериментальным ... Для просмотра - кнопка "Ввести значения"

Управление источниками(составляющими)

Добавить новую... Подтвердить изменения Удалить

## Источники неопределенности (тип В)

Выберете другие  
переменные

Другие два источника  
неопределенности  
оцениваются по типу В

Выбор переменной: Calibration

Описание источника

Переменная: Calibration      Единицы измерения: мг

Тип: Тип В

По типу В

Вид распределения: Равномерное      Параметры распределений: Центр/полуширина

Параметры распределения

Центр интервала: 0

Полуширина интервала: 0,1

Степени свободы: Бесконечность

Текстовое описание: Весы калиброваны соответственно:  $\pm 0.1$  мг. Допускается равномерный закон распределения с полушириной интервала равной 0.1 мг. Допускается линейность на данном диапазоне измеряемых значений.

Выбор переменной: Read

Описание источника

Переменная: Read      Единицы измерения: мг

Тип: Тип В

По типу В

Вид распределения: Равномерное      Параметры распределений: Центр/полуширина

Параметры распределения

Центр интервала: 0

Полуширина интервала: 0,05

Степени свободы: Бесконечность

Текстовое описание: Источник неопределенности измерения массы, что связан с ограниченной разделительной способностью шкалы на весах. Допускается равномерное распределение с полушириной интервала:  $0.5 \cdot \text{цена деления} = 0.5 \cdot 0.1$  мг.

## Бюджет неопределенности

После нажатия клавиши <F5>, имеем результаты:

Подсчет расширенной неопределенности(коэффициента охвата)

Уровень доверия  Тип подсчета(распределение выходной величины)  
 ▾

Бюджет неопределенности

| Переменная  | Приписанное значение | Станд. неопределенность | Распределение вероятности. | Ст. свободы   | Кэфф. чувствительности | Вклад в неопределенность |
|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|
| Rep         | 32,54 мг             | 0,1 мг                  | Нормальное                 | 15            | 1                      | 0,1                      |
| Read        | 0 мг                 | 0,03 мг                 | Равномерное                | Бесконечность | 1                      | 0,03                     |
| Calibration | 0 мг                 | 0,06 мг                 | Равномерное                | Бесконечность | 1                      | 0,06                     |
| m           | 32,54 мг             | 0,12 мг                 |                            |               |                        |                          |

Результат оценивания относительной неопределенности

Относительная стандартная неопределенность  Относительная расширенная неопределенность

**Результат:** Оцененное приписанное значение: 32,54 +/- 0,24 мг

( k=2, p=0.9545)

Попробуйте просмотреть другие примеры, поработать в среде программы.

# Благодарим!

- Понятно, что внедрение в постоянную практику лаборатории расчета неопределенности измерений возможно только при наличии современного программного обеспечения, которое делает вычисления и оформление результатов удобным и дешевым для лаборатории;
- "Неопределенность" валидировано и внедрено в ряд испытательных лабораторий Украины и стран СНГ;
- Если у Вас возникли вопросы, пишите или звоните нам:  
e-mail: [vovan@novikov.biz.ua](mailto:vovan@novikov.biz.ua),  
т. +38(044)332-99-91; +38(097)923-50-42; ф. +38(092)201-42-00.
- Благодарим за просмотр!