

Работа с измерительным пробником

При проектировании устройства на этапе разработки схемы принципиальной может возникнуть необходимость произвести проверку постоянного (переменного) напряжения или тока на участке цепи, или же измерение частоты сигнала в разных точках схемы. Для данных целей в программе Multisim можно использовать измерительный пробник. Данный прибор может быть размещен в рабочем проекте Multisim до запуска процесса симуляции схемы или во время симуляции. Для размещения измерительного пробника до запуска процесса симуляции необходимо на панели инструментов «Приборы» выбрать при помощи левой кнопки мыши пиктограмму данного прибора (при этом курсор примет вид желтого значка со стрелкой), подвести курсор к месту размещения пробника и щелкнуть левой кнопкой мыши по проводнику. Результаты измерения (напряжение, ток, частота) будут отображены после запуска симуляции схемы в окне результатов измерительного пробника.

Для размещения измерительного пробника на схеме во время симуляции необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. На панели инструментов «Приборы» выбрать при помощи левой кнопки мыши пиктограмму данного прибора (при этом курсор примет вид окна результатов).
2. С помощью мыши переместить измерительный пробник на схему.
3. Щелкнуть левой кнопкой мыши на схеме в местах измерения столько раз, сколько измерительных пробников вам необходимо разместить.
4. Для выхода из режима размещения пробника необходимо щелкнуть на схеме правой кнопкой мыши или нажать на клавиатуре на клавишу «Esc».

Измерительный пробник, добавленный в проект во время симуляции схемы, отображает не все параметры измерения. Однако, после запуска повторной симуляции схемы, измерительный пробник, размещенный во время предыдущей симуляции, будет воспринят программой Multisim как пробник, который был размещен до запуска симуляции, и будет отображать все результаты измерений, которые возможно произвести с его помощью.

Во время симуляции измерения при помощи измерительного пробника можно производить и без его размещения на схеме. Для этого необходимо на панели инструментов «Приборы» выбрать при помощи левой кнопки мыши пиктограмму данного прибора и после того как курсор примет вид окна результатов подвести курсор к месту измерения на схеме. Результаты измерения (значения мгновенного напряжения, напряжения от пика до пика р-р, действующего напряжения rms, постоянного напряжения dc, частоты) будут отображены в окне результатов. После того как результаты получены, можно подвести курсор мыши к следующей цепи схемы, в которой необходимо произвести измерения. В окне результатов будет отображен новый набор результатов измерений. Окно результатов отображает результаты только в том случае, если запущена симуляция схемы и курсор помещен на проводник. Данным способом можно измерять только напряжение и частоту.

Пиктограммы измерительных пробников на схеме, а так же их подключение к проводнику демонстрирует рисунок 1.

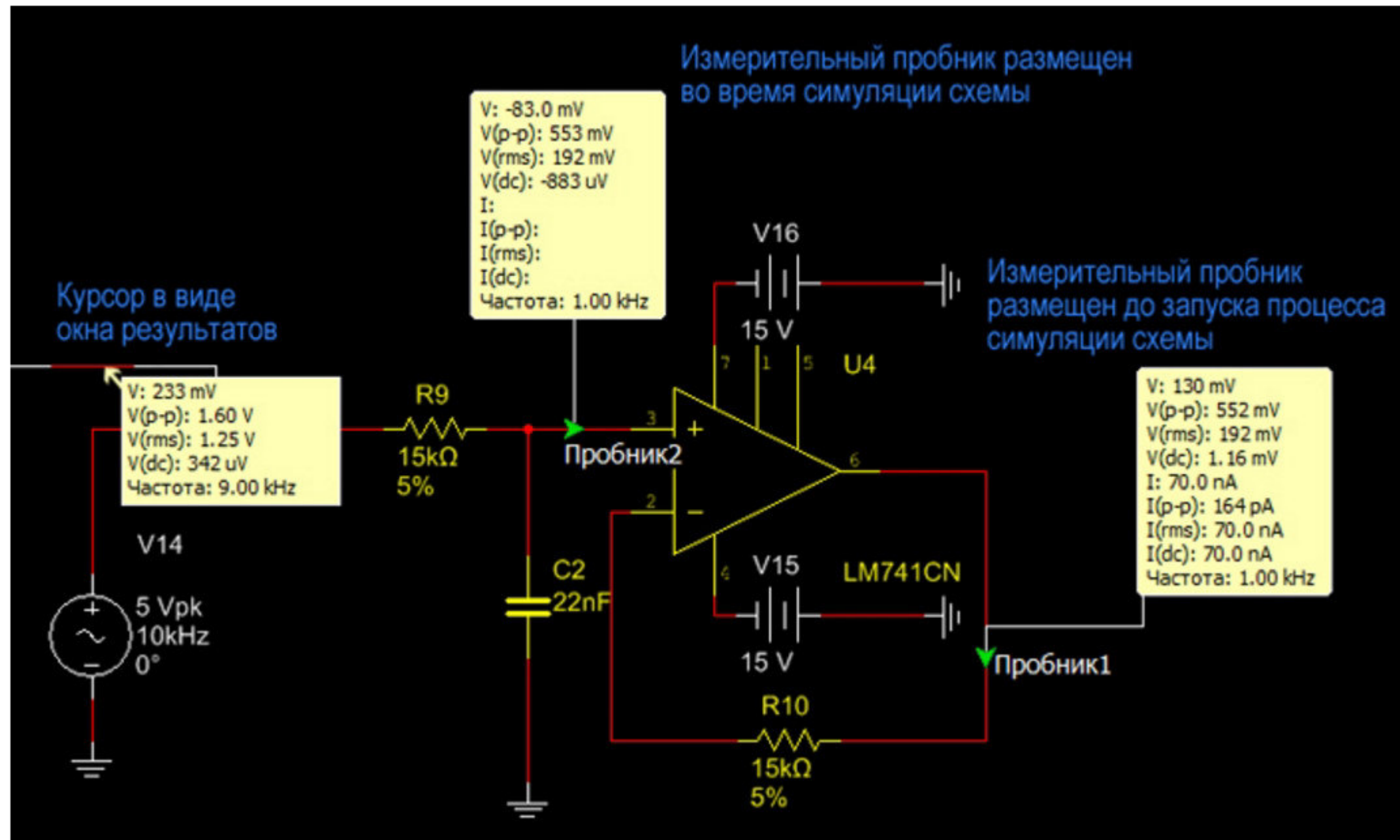


Рис. 1. Пиктограммы измерительных пробников на схеме, а так же их подключение к проводнику

Зеленая стрелка на пиктограмме отображает полярность подключения пробника, которую можно изменять следующим образом - щелкните на пробнике правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выберите пункт «Полярность подключения». Так же изменить полярность можно и при помощи команды меню «Моделирование/Полярность подключения».

Окно настроек измерительного пробника можно открыть при помощи команды меню «Моделирование/Параметры динамического пробника» или же следующим образом – выделите левой кнопкой мыши данный виртуальный прибор на схеме и вызовите при помощи правой кнопки мыши контекстное меню, в котором выберите пункт «Свойства». В результате, не зависимо от выбранного способа, откроется окно «Параметры пробника», которое разделено на три вкладки:

- «Экран»;
- «Шрифт»;
- «Электрические».

В случае открытия окна «Параметры пробника» при помощи пункта «Свойства» контекстного меню, в данном окне будет доступна так же вкладка «Triggers».

Рассмотрим каждую из вкладок окна «Параметры пробника» более подробно.

На вкладке «Triggers» можно создать триггер – средство, позволяющее задавать выполнение определенного действия по достижении выбранным параметром определенного условия. Вкладка «Triggers» представлена на рисунке 2.

Переключатель панели описания:

Условие	Действие	Параметр	Разрешено
$V < 0 \text{ AND } I < 1$	Пауза моделирования	8	Да
$V_{rms} < 6 \text{ AND } V_{rms} \geq 0$	Пауза моделирования	10	Да

Новый Удалить

Условия:

$V_{rms} < 6 \text{ AND } V_{rms} \geq 0$

Действие:

Пауза моделирования

Параметр:

10

Разрешено

Подсказка:

Выбрать последнее для изменения.

В верхней части вкладки находится окно «Переключатель панели описания», которое содержит список и описание уже имеющихся триггеров. Для создания или удаления триггера используются кнопки «Новый» и «Удалить». Для того, что бы создать новый триггер, необходимо нажать на кнопку «Новый», в результате чего в окне «Переключатель панели описания» появится новая строка с описанием только что созданного триггера. Для удаления триггера, выделите при помощи левой кнопки мыши строку с описанием триггера и нажмите на кнопку «Удалить». В строке «Условия» можно задать условие для таких параметров измерительного пробника как:

- Напряжение;
- Напряжение (p-p);
- Напряжение DC;
- Напряжение RMS;
- Частота AC;
- Ток;
- Ток (p-p);
- Ток DC;
- Ток RMS.

При этом в выражении условия могут быть использованы следующие операторы: =, <, >, <=, >=, <>, AND, OR, XOR, NOT и функции: cos (косинус), sin (синус), tan (тангенс), abs (абсолютная величина).

Представим пример выражения условия. Предположим, что нам необходимо производить паузу моделирования схемы всякий раз, когда действующее напряжение rms меньше 6 Вольт и больше или равно 0 Вольт. В таком случае выражение условия может иметь следующий вид $V_{rms} < 6 \text{ AND } V_{rms} \geq 0$.

Для облегчения ввода в выражении условия параметров и операторов, можно в строке «Условия» использовать кнопку со стрелкой. После нажатия на данную кнопку открывается контекстное меню, из которого можно выбрать необходимые операторы, функции и параметры.

В строке «Действие» из выпадающего списка можно выбрать действие, которое будет выполняться по достижении заданного условия. При этом в поле «Параметр» необходимо установить параметры для заданного действия. К примеру, если при выборе действия в поле «Действие» было задано действие «Пауза моделирования», то в поле «Параметр» необходимо ввести время паузы в секундах, а при выборе такого действия как «Перейти к метке» - в поле «Параметр» необходимо ввести метку листа описания. Необходимо отметить, что выбор такого действия как «Остановить прокрутку» не требует ввода параметров. Установка (снятие) флажка в чекбоксе «Разрешено» позволяет разрешать или запрещать работу созданного триггера во время симуляции схемы. Поле «Подсказка» содержит пояснения относительно возникших ошибок создания триггера. Для вступления в силу произведенных действий используйте кнопки «Применить» и «ОК», которые расположены в нижней части вкладки «Triggers».

Рассмотрим вкладку «Электрические» (рис. 3).

Экран Шрифт Triggers **Электрические**

Использовать опорным

Пробник3

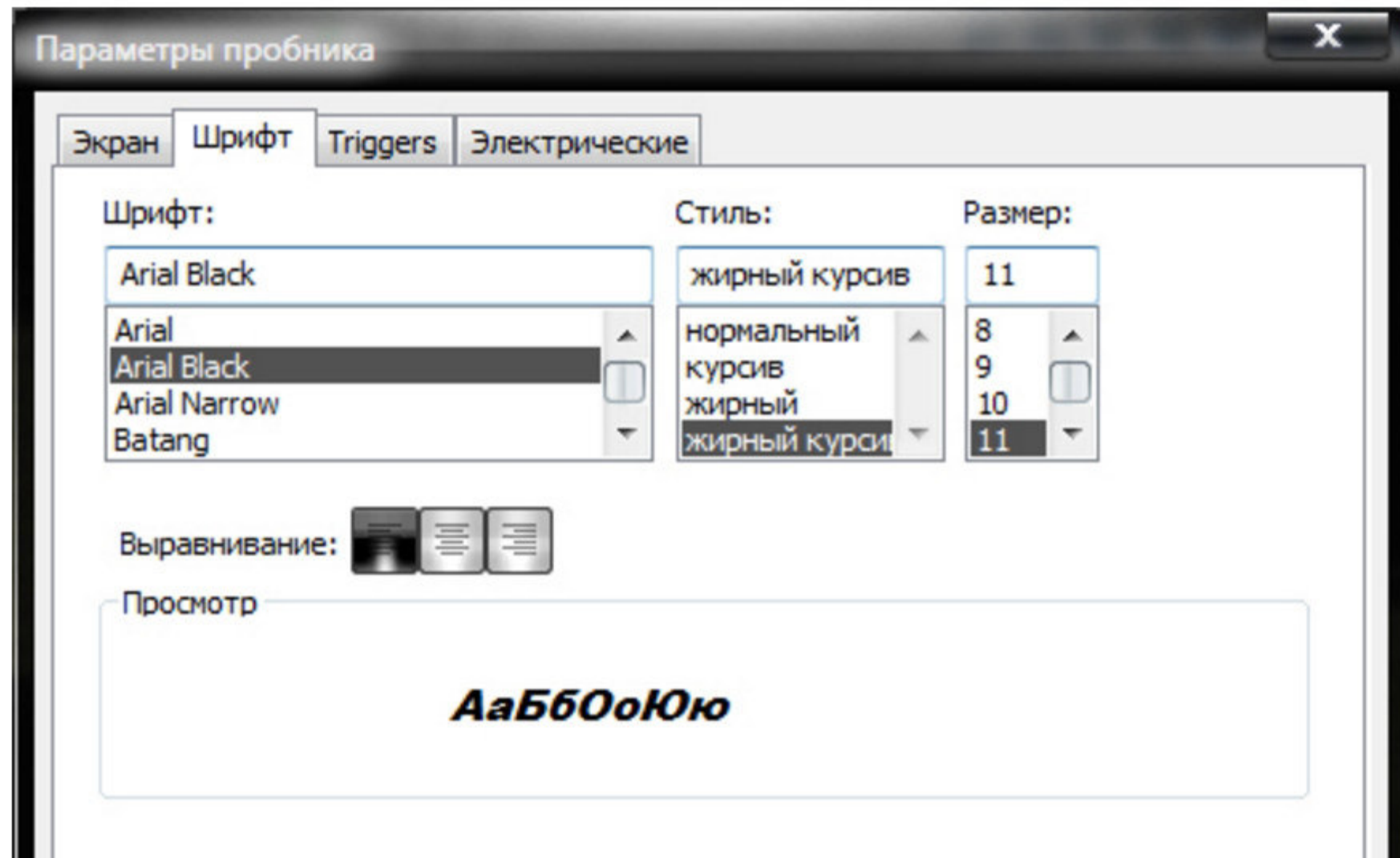
Параметр	<input type="checkbox"/> Показывать	Минимум	Максимум	Знаков
V	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
V(p-p)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
V(rms)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
V(dc)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
Частота	Да	1.000e-003	1.000e+012	3
I	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
I(p-p)	Нет	1.000e-012	1.000e+012	3
I(rms)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
I(dc)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
Кус(dc)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
Кус(ac)	Да	1.000e-012	1.000e+012	3
Фаза	Да	1.000e-012	1.000e+012	3



В верхней части вкладки посредством установки флажка в чекбоксе «Использовать опорным» и выбора из выпадающего списка названия пробника можно задать нужную привязку настраиваемого пробника. В выпадающем списке отображаются названия уже размещенных на схеме измерительных пробников, за исключением настраиваемого. В результате, измерения, произведенные для текущей пробы, будут сделаны со ссылкой на выбранную привязку пробника, что позволит отображать в окне результатов такие дополнительные параметры измерений как коэффициент усиления по напряжению или фазовый сдвиг. При выборе данной опции, возле позиционного обозначения настраиваемого измерительного пробника отобразится значок треугольника, а в окне результатов измерений дополнительно будет отображена строка, указывающая название опорного пробника.

В центральной части вкладки «Электрические» размещена таблица параметров измерений. Отображение каждого из данных параметров в окне результатов измерений на схеме задается в колонке «Показывать» посредством переключения значения «Да»/ «Нет». Произвести переключение можно при помощи щелчка левой кнопкой мыши по уже установленному в колонке значению. Установить одновременно все значения данной колонки в позицию «Да» можно посредством установки флажка в чекбоксе «Показывать», соответственно установить все значения данной колонки в позицию «Нет» можно путем снятия флажка в этом же чекбоксе. Колонки «Минимум» и «Максимум» таблицы параметров измерений предназначены для установки диапазона изменений параметров. В колонке «Знаков» можно задать количество значащих цифр для отображения параметров. Для вступления в силу произведенных изменений используйте кнопки «Применить» и «ОК», которые расположены в нижней части вкладки «Электрические».

На вкладке «Шрифт» (рис. 4) можно настроить параметры шрифта для отображения позиционного обозначения измерительного пробника и результатов измерений на схеме.

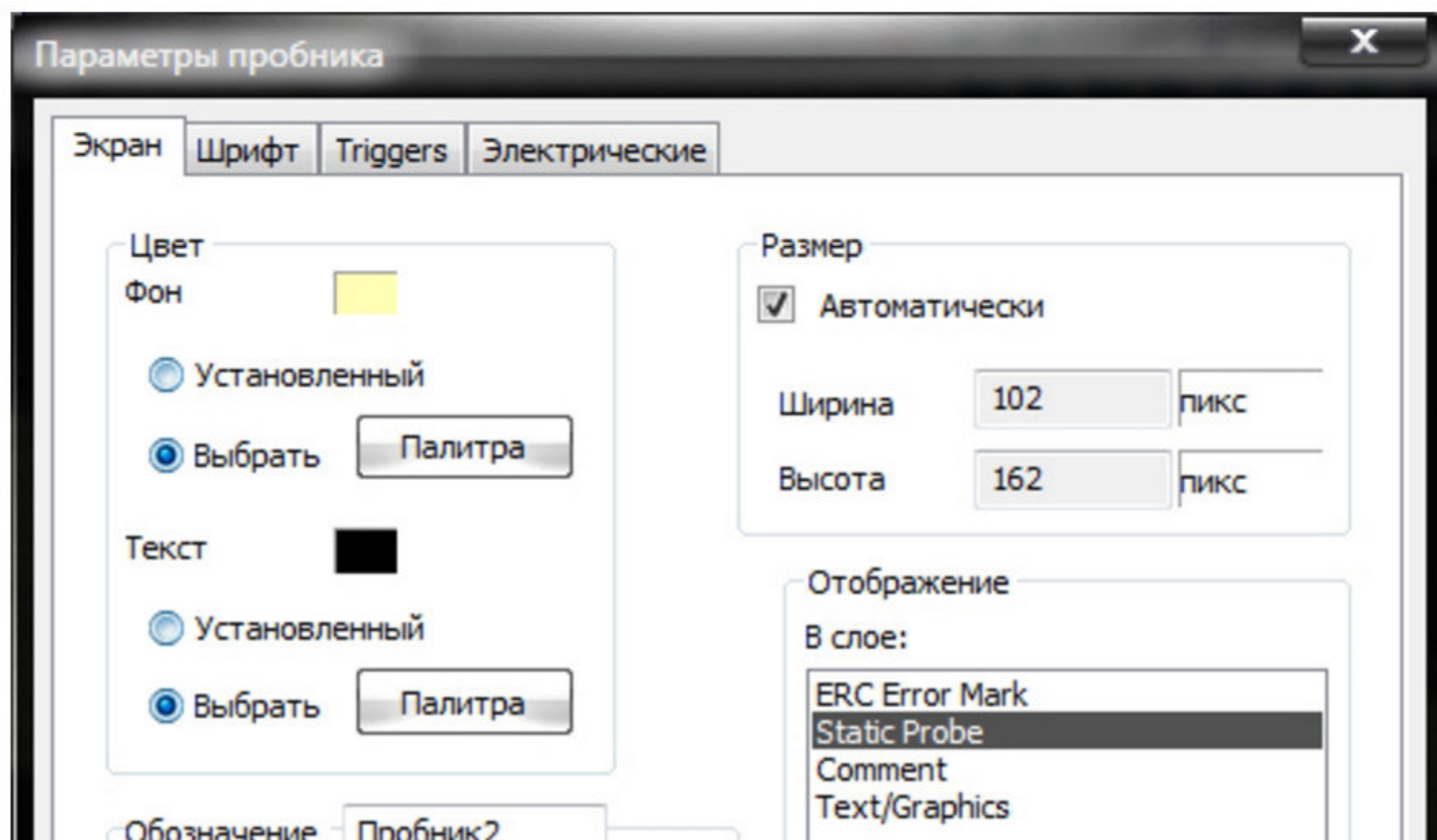


На данной вкладке расположено четыре поля:

- «Шрифт» - выбор шрифта;
- «Стиль» - выбор стиля шрифта (жирный, курсив, нормальный, жирный курсив);
- «Размер» - выбор размера шрифта;
- «Выравнивание» - выравнивание текста (по левому краю, по центру, по правому краю).

В центральной части вкладки расположено поле «Просмотр», которое позволяет предварительно просмотреть созданный шрифт.

Рассмотрим вкладку «Экран» (рис. 5).



В левой верхней части вкладки находится окно «Цвет», в котором посредством установки переключателей в позицию «Установленный» или «Выбрать» можно задать цвет фона окна результатов измерений и цвет текста отображаемых в этом окне параметров. Выбрать необходимый цвет можно при помощи кнопки «Палитра». После нажатия на эту кнопку откроется одноименное окно, в котором на вкладке «Стандарт» можно задать цвет, для чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по ячейке с нужным цветом. Новый цвет отобразится в правой нижней части окна в поле «Новый цвет». Если выбранный цвет подходит, нажмите на кнопку «ОК». Для выбора цвета можно так же использовать и вкладку «Выбор» диалогового окна «Палитра». В правой верхней части вкладки «Экран» находится окно «Размер», в котором в полях «Ширина» и «Высота» посредством ввода с клавиатуры можно задать размер окна результатов измерительного пробника в пикселях. Так же рассматриваемое окно содержит чекбокс «Автоматически». В случае установки флажка в данном чекбоксе параметры ширины и высоты окна результатов измерений будут изменяться автоматически в зависимости от количества отображаемых параметров. В окне «Обозначение» путем установки переключателя в необходимое положение можно выбрать для позиционного обозначения измерительного пробника одну из следующих опций:

- «Скрыть обозначение» - позиционное обозначение не будет отображаться на схеме;
- «Показать обозначение» - позиционное обозначение будет отображаться на схеме;
- «Использовать правила проекта» - отображение позиционного обозначения будет зависеть от правил проекта.

Название позиционного обозначения при необходимости можно изменить в поле «Обозначение».

В окне «Отображение» посредством установки/снятия флажка в чекбоксе «Отображать постоянно» можно задать видимость окна результатов измерений на схеме для выбранного измерительного пробника. В поле «В слое» можно выбрать слой, на котором будет отображаться окно результатов. Предопределенным слоем является «Static Probe», но вы можете при необходимости выбрать другой слой.

Следует отметить, что для каждого измерительного пробника, который используется в проекте схемы, задаются свои настройки.

На панели инструментов «Приборы» возле пиктограммы измерительного пробника находится значок стрелки, нажатие которого приводит к открытию выпадающего меню (рис. 6).

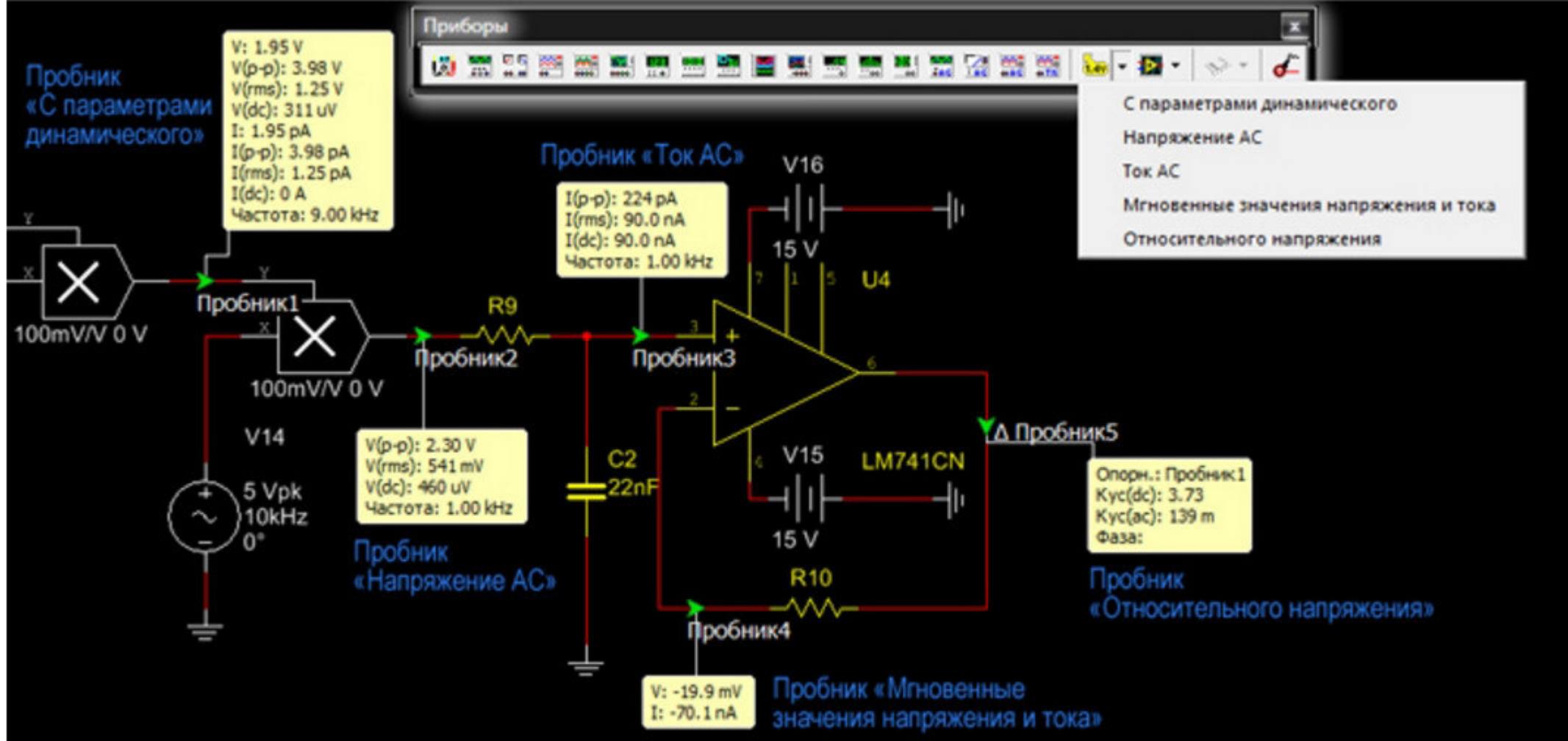


Рис. 6. Внешний вид окна результатов и измеряемые параметры измерительных пробников

В данном меню при помощи левой кнопки мыши можно выбрать один из следующих пробников:

- «С параметрами динамического» - размещаемый на схеме пробник будет отображать в окне результатов измерений следующие параметры: мгновенное напряжение (V), напряжение от пика до пика (V_{p-p}), действующее напряжение (V_{rms}), постоянное напряжение (V_{dc}), частоту, мгновенный ток (I), ток от пика до пика (I_{p-p}), действующий ток (I_{rms}), постоянный ток (I_{dc});
- «Напряжение АС» - размещаемый на схеме пробник будет отображать в окне результатов измерений следующие параметры: напряжение от пика до пика (V_{p-p}), действующее напряжение (V_{rms}), постоянное напряжение (V_{dc}), частоту;
- «Ток АС» - размещаемый на схеме пробник будет отображать в окне результатов измерений следующие параметры: ток от пика до пика (I_{p-p}), действующий ток (I_{rms}), постоянный ток (I_{dc}), частоту;
- «Мгновенные значения напряжения и тока» - размещаемый на схеме пробник будет отображать в окне результатов измерений следующие параметры: мгновенное напряжение (V), мгновенный ток (I).
- «Относительного напряжения» - после выбора данного пункта меню откроется диалоговое окно «Опорное напряжение», в котором из выпадающего списка «Выбрать U_{op} » необходимо выбрать нужную привязку и нажать на кнопку «ОК». Настраиваемый пробник будет отображать в окне результатов измерений следующие параметры: коэффициенты усиления по напряжению ($K_{ус}(dc)$, $K_{ус}(ac)$), фазовый сдвиг. При выборе данного измерительного пробника, возле его позиционного обозначения отобразится значок треугольника, а в окне результатов измерений дополнительно будет отображена строка, указывающая название опорного пробника.