

# Разработка виртуального тренажёра осциллографа С1-116

С.И. Бочков,  
м.н.с., сотр. лаб. НИР ИДДО, bochkovsam1@rambler.ru,  
УлГТУ, г. Ульяновск

Электронно-лучевой осциллограф является одним из наиболее распространенных измерительных приборов в радиотехнике, позволяющим получить наглядное представление исследуемых процессов. Ввиду этого свойства многие приборы данного типа являются дорогими и сложными в эксплуатации. В статье рассматривается способ создания виртуального тренажёра осциллографа, основанный на автоматном подходе и позволяющий в сокращённые сроки обучить специалистов по измерительной технике.

The oscilloscope is one of the most popular device in radio engineering due to ability to get visual image of current processes. Consequently, maintenance of devices of this kind is supposed to be hard level and expensive. In this article the process of virtual oscilloscope trainer development is considered. Being automaton-based, it allows teaching specialists in measuring technologies in a reduced time.

В условиях развития и внедрения современных технических средств в различные сферы деятельности человека в значительной степени возрастает роль осциллографической техники, как наиболее универсального средства измерений [5]. Работа с прибором данного вида имеет свои особенности, наиболее эффективным способом обучения данному виду техники является проектирование виртуальных тренажёров, использование которых в процессе обучения по рабочим специальностям обладает рядом преимуществ:

- сокращение финансовых затрат на разработку, внедрение и сопровождение;
- повышение гибкости;
- возможность формирования навыков действий в аварийных ситуациях, когда обучение на реальном оборудовании связано с возникновением опасных ситуаций и, как следствие, затрат на ремонт дорогостоящего оборудования;
- возможность эффективного обучения в отсутствие наличия физических систем.

По этим причинам возникает потребность в виртуальных тренажёрах, позволяющих получить представление о технологических процессах на предприятии и пройти практику перед допуском к реальному рабочему месту.

## Описание осциллографа

Двухканальный осциллограф С1-116 является одной из наиболее распространённых отечественных разработок. Прибор предназначен для исследования формы непрерывных и импульсных и однократных сигналов путём измерения их амплитудных и временных параметров, а также относительных характеристик. Осциллограф является портативным широкополосным прибором общего применения для работы в лабораторных и производственных условиях. Полоса пропускания 250 МГц и коэффициент отклонения 5 мВ/дел обеспечивают точное измерение высокочастотных сигналов малых уровней [6].

В приборе предусмотрена возможность измерения временных интервалов и уровней напряжения. Блок цифровой задержки позволяет сместить всю линию развёртки на экране влево на заданное число событий или выполнить съём заданного импульса события для его увеличенного изображения в режиме задержанной развёртки. Осциллограф С1-116 имеет встроенный мультиметр, обеспечивающий измерение напряжения, тока и сопротивления с автоматическим выбором пределов измерения и отображение результатов на отдельном светодиодном табло [4].

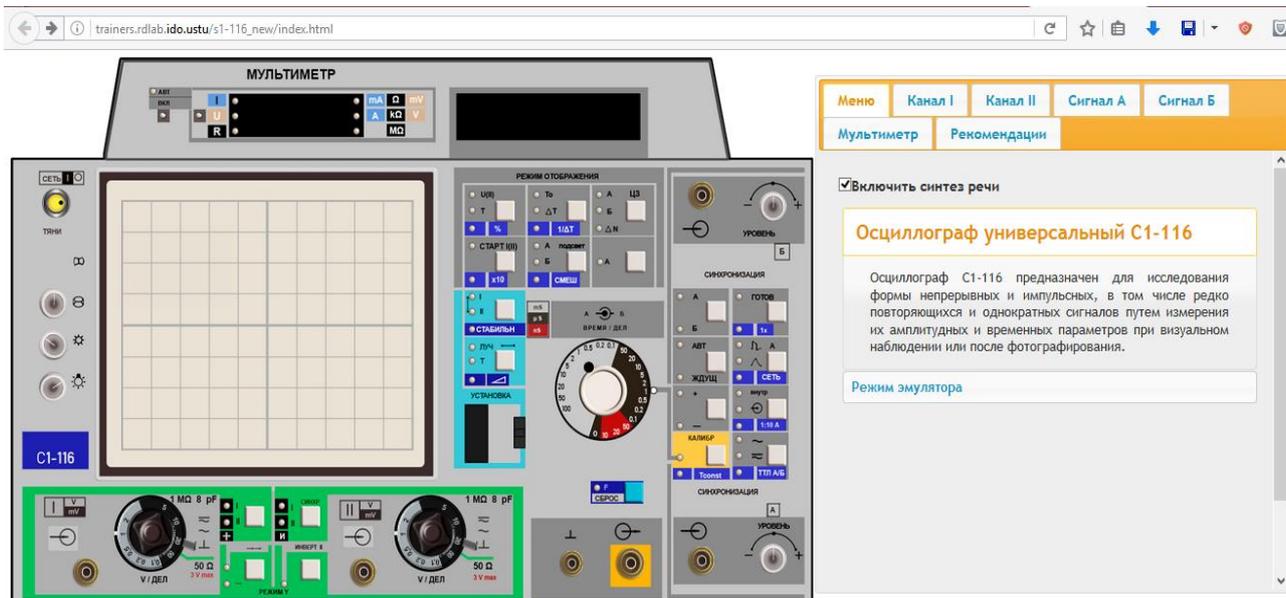


рис. 1. Интерфейс тренажёра осциллографа С1-116

## Среда разработки

Виртуальный тренажёр осциллографа C1-116 реализован на языке JavaScript с применением библиотек jQuery, jQueryPlot, Bootstrap, Raphael в ряде приборных тренажёров, составляющих подсистему корпоративной среды обучения [3]. Использование готовых компонентов и решений ранее запрограммированных приборов позволило в кратчайшие сроки реализовать функциональные возможности осциллографа.

Работа виртуального прибора представлена в следующих режимах:

- эмуляция (свободное управление прибором);
- справка (отображение справочной информации по органам управления и индикаторам);
- обучение (выполнение типовых рабочих операций с подсказками)
- контроль (то же, но без подсказок и с учётом количества ошибок).

Управление процессом обучения содержит обратную связь с обучающимся в виде диагностики истории воздействий, проходящей в процессе обучения, что позволяет динамически изменять траекторию обучения. Этот механизм реализован с помощью экспертной системы, анализирующей действия обучающегося на основе признаков ошибочных действий [2].

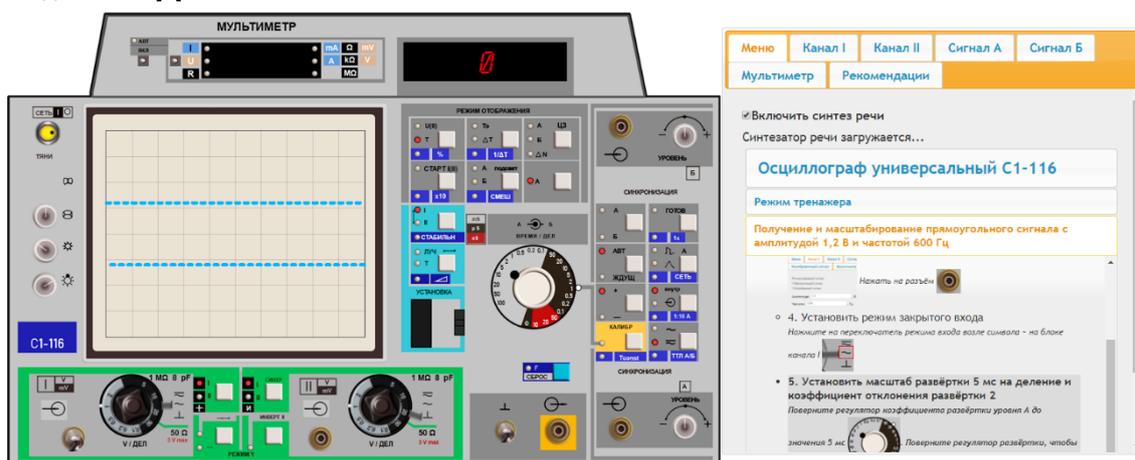


рис. 2. Тренажёр осциллографа C1-116 в режиме обучения

В программной реализации прибор представлен в виде автоматной модели [7, 8]. Фрагмент состояния прибора приведён в листинге 1.

```
this.state = {
  // подключение заземлённого входа и включение прибора в сеть
  power: false,
  ground: false,
  // параметры выхода калибратора
  calibrator: {
    on: false,
    output: 0
  },
  // параметры входа канала I
  signalI: {
    on: false,
    source: SignalSource.NONE,
    inputState: InputMode.GROUND,
    mode: SignalMode.SIN,
    amp: 1,
    value: 0,
    freq: 1000,
    view: {
      scaleX: 1,
      scaleY: 1
    }
  },
  // параметры отображения сигнала
  view: {
    brightness: 1,
    thickness: 1,
    signalI_VOffset: 0,
    signalII_VOffset: 0,
  },
  //режим работы каналов I и II
  sumMode: SumMode.I,
  // режим работы тракта вертикального отклонения
  verticalTractMode: VerticalTractMode.OFF,
```

```

// параметры блока УСТАНОВКА
scanSettings: false,
rayMovementSettings: RMS_Mode.I,
rayMovementAxis: RMA_Mode.OFF,
// параметры блока РЕЖИМ ОТОБРАЖЕНИЯ
parameterMode: ParameterMode.T,
startMode: StartMode.MIXED_I,
intervalMode: IntervalMode.OFF,
scanViewMode: ScanViewMode.SCAN_A,
digitalDelayMode: DigitalDelayMode.OFF,
calibrationMode: CalibrationMode.OFF,
// параметры калибровочных точек
calibrationPointsI: {
  point1: [0, 1],
  point2: [0, -1]
},
calibrationPointsII: {
  point1: [0, 1],
  point2: [0, -1]
},
// параметры измерения напряжения и времени
zeroVoltage: 0,
ratioAB: 0.5,
absValues: {
  v: 0,
  t: 0
},
// параметры цифровой задержки
digitalDelayImpulses: 1,
digitalDelayInterval: 1e-6,
// код состояния, передаваемый на экран
stateCode: ""
};

```

Листинг 1. Состояние тренажёра прибора С1-116 на языке JavaScript

Исследования по внедрению и эксплуатации виртуальных тренажёров приборов ведутся на кафедре «Вычислительная техника» Ульяновского государственного технического университета, внедрены на ряде предприятий и в учебном процессе по дисциплинам «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ», «Инженерная и компьютерная графика», «Организация ЭВМ и систем», «Геометрическое моделирование».

Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152.*

### Литература

1. Current Trends in Remote and Virtual Lab Engineering. Where are we in 2013? // International Journal of Online Engineering. 2013. V. 9, No 6. pp. 12–16
2. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С. Модель и метод разработки и анализа компьютерных тренажёров. // Автоматизация процессов управления. – 2015. – №2. – С. 64-71.
3. Бочков С.И. Компьютерный тренажёр прибора "Вольтметр ВЗ-71" // В сборнике: Информатика, моделирование, автоматизация проектирования Сборник научных трудов VII Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых ученых (ИМАП-2015). – 2015. – С. 76-84.
4. Денисов А.Ф., Россоский Я.М. Люди. Годы. Осциллографы. – UAB "Eltesta", Vilnius, 2012. – 337 с.
5. Новопольский В.А. Работа с электронно-лучевым осциллографом. – М.: Радио и связь, 1999. – 176 с.
6. С1-116: техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга I – 2001.
7. Сергеев С.Ф. Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования // Биотехносфера. – 2010. – №2(8). – С. 15–20.
8. Шелехов В.И. Язык и технология автоматного программирования. <http://persons.iis.nsk.su/files/persons/pages/automatProg.pdf>