

**АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
В ЧАСТИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ**

**А.В. Апрелев¹, Н.И. Пивоварова¹,
С.О. Плотников¹, М.А. Апрелева²**

¹ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская область, Россия,

²ФГБУ «ГНМЦ» МО РФ, Мытищи, Московская область, Россия,
aprelev@vniiftri.ru, plotnikov@vniiftri.ru

Аннотация. Приведены результаты анализа данных, находящихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в части осциллографов.

Ключевые слова: осциллограф, полоса пропускания, электронно-лучевая трубка, анализатор спектра, генератор функций произвольной формы, логический анализатор, анализатор протоколов, цифровой вольтметр, частотомер.

**ANALYSIS OF THE CONTENT
OF THE FEDERAL INFORMATION FUND
FOR ENSURING THE UNIFORMITY
OF MEASUREMENTS REGARDING OSCILLOSCOPES**

**A.V. Aprelev¹, N.I. Pivovarova¹,
S.O. Plotnikov¹, M.A. Apreleva²**

¹FSUE "VNIIFTRI", Mendeleevo, Moscow region, Russia,

²FSBI "MSMC" of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
Mytishchi, Moscow Region, Russia,
aprelev@vniiftri.ru, plotnikov@vniiftri.ru

Abstract. The results of the analysis of data from the Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements in terms of oscilloscopes are presented.

Keywords: oscilloscope, bandwidth, cathode ray tube, wave analyzer, arbitrary waveform generator, logic analyzer, protocol analyzer, digital voltmeter, frequency counter.

Осциллограф — одно из важнейших и незаменимых устройств для анализа электрических сигналов. Без осциллографа невозможно представить современную лабораторию, не говоря уже о большом сервисном центре. Осциллограф позволяет визуально наблюдать сигнал и измерять его амплитудные и временные характеристики. Современные осциллографы — незаменимые помощники для проверки приборов и устранения неисправностей, оценки работоспособности как отдельных электронных компонентов, так и собранных модулей.

Осциллограф был изобретён французским физиком Андре Блонделем, который построил и представил первый электромеханический осциллограф ещё в 1893 году [1]. Это устройство могло регистрировать силу переменного тока. Чернильное перо, прикреплённое к катушке, рисовало линию на движущейся бумажной ленте. Однако ещё в 1885 г. русский физик Роберт Андреевич Колли в Казани создал прототип светолучевых (шлейфовых) осциллографов — осциллометр [2].

Первые осциллографы были практически чисто механическими устройствами, что делало их не очень точными, а полоса пропускания редко когда доходила до 20 кГц. С изобретением в 1897 году электронно-лучевой трубки появились перспективы создания электронных осциллографов. Первую модель такого прибора продемонстрировала английская компания A.C. Cossor в 1932 году [3].

После окончания Второй мировой войны с развитием электроники, атомной энергетики, космических технологий началось стремительное распространение осциллографов во многих странах мира, в первую очередь — в Америке и Европе.

В 1946 году Говард Воллум (Howard Vollum) и Мелвин Джек Мёрдок (Melvin Jack Murdock), основатели фирмы Tektronix, изобрели так называемый осциллограф со ждущей развёрткой, которая срабатывает только тогда, когда присутствует исследуемый электрический сигнал [4].

Создание компанией LeCroy (США) в 1985 году первых цифровых осциллографов, предназначенных для научного центра CERN, стало важной вехой в развитии осциллографов [5].

Аналоговые осциллографы, оснащённые электронно-лучевыми трубками, постепенно ушли на второй план, хотя и продолжают использоваться до сих пор в отдельных областях. Аналоговые осциллографы не позволяют масштабировать сигнал и сохранять данные в памяти, однако в части обеспечения целостности сигнала они до сих пор не уступают цифровым.

Осциллографы способны воспроизводить форму входящего сигнала, однако достичь 100 % идентичности не удастся при использовании даже самого современного и качественного прибора. Проблема в том, что при подключении к исследуемой цепи сам осциллограф и его входные цепи становятся частью схемы со своими параметрами, прежде всего сопротивлением и ёмкостью. Кроме того, цифровые осциллографы обладают шагом дискретизации — преобразования аналогового сигнала в цифровую форму. Производители осциллографов пытаются минимизировать сторонние воздействия, вносимые в измеряемые цепи, и повысить частоту дискретизации с целью улучшения точности фиксации сигнала, но всё же достичь полного подобия не удаётся.

Современные цифровые осциллографы строятся как стробоскопические или как устройства реального времени.

В первых осциллограмма формируется по результатам многочисленных считываний исследуемого сигнала с бесконечным послесвечением при сдвиге начала считывания, в устройствах реального времени захватывается непрерывная последовательность оцифрованных точек изучаемого сигнала с последующим отображением собранных данных на экран с одновременным сохранением в памяти.

В стробоскопических осциллографах ключевое значение имеет шаг сдвига точки захвата сигнала. Частота дискретизации незначительна, объём памяти также не имеет большого значения, поскольку прибор при каждом запуске захватывает и обрабатывает небольшое количество данных. Такие осциллографы обеспечивают высокую чувствительность и широкую полосу пропускания. В настоящее время они являются наиболее чувствительными широкополосными устройствами.

Осциллографы реального времени используются в одном из двух режимов — периодическом (непрерывном) и в режиме однократного захвата.

При работе во втором режиме осциллограф однократно захватывает группу последовательных выборок и отображает собранные данные на экране. При этом достигается возможность детального изучения интересующего события, в том числе путём растягивания изображения, измерения временных и амплитудных параметров импульсов, выполнение быстрого преобразования Фурье или математического анализа.

Для осциллографов реального времени критичен такой параметр, как объём памяти для записи результатов оцифрованных сигналов. Большая память позволяет выявлять события, происходящие сравнительно редко. Кроме того, больший объём памяти даёт возможность повысить точность измерений за счёт увеличения частоты дискретизации.

Современные осциллографы — это многофункциональные приборы, которые могут сочетать в себе функции анализатора спектра, генератора сигналов произвольной формы, логического анализатора, анализатора протоколов, цифрового вольтметра и частотомера

В СССР осциллографы разрабатывались и выпускались несколькими предприятиями. Они располагались по всей территории страны: в городах Вильнюсе (Литва), Минске (Беларусь), Абовяне (Армения), Львове, Золочеве и Киеве (Украина), Брянске, Краснодаре, Москве, Туле, Махачкале, Мытищах (Россия). Ежегодно новые типы приборов вносились в Государственный реестр средств измерений. С 1974 по 1992 год было внесено 140 типов осциллографов.

Распределение утверждённых типов осциллографов по республикам СССР, в которых они выпускались, приведено на рис. 1.

С распадом СССР и фактическим исчезновением приборостроительной отрасли регулярные разработки новых осциллографов были фактически прекращены. Затем началось замещение приборов импортными.

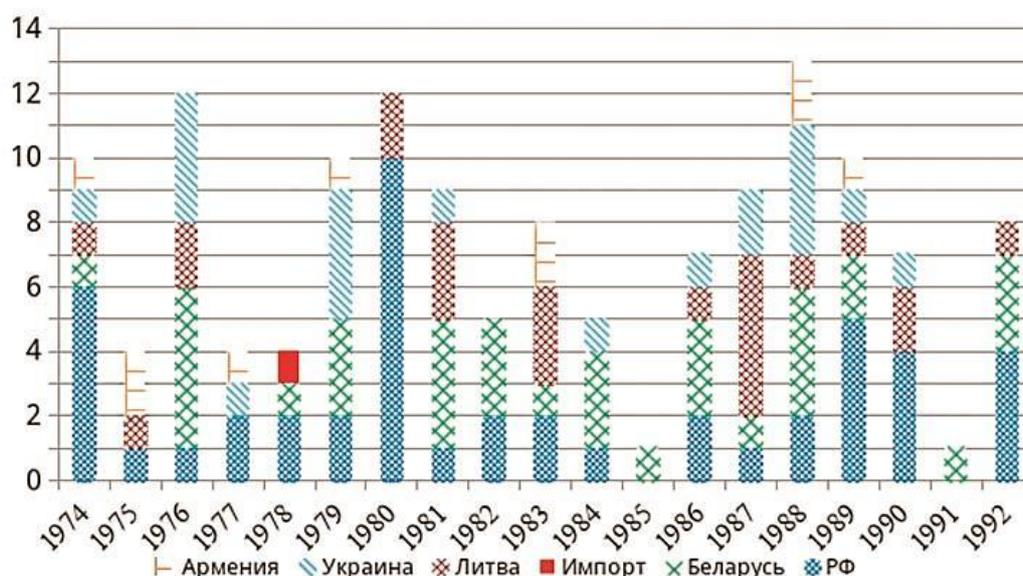


Рис. 1. Распределение ежегодно утверждаемых типов осциллографов по республикам СССР

Динамика внесения новых типов осциллографов приведена на рис. 2, где Вертикальной штриховкой отображены типы отечественных осциллографов (до 1992 года — СССР, после 1992 года — Россия + Беларусь). Горизонтальной штриховкой представлены импортные осциллографы.

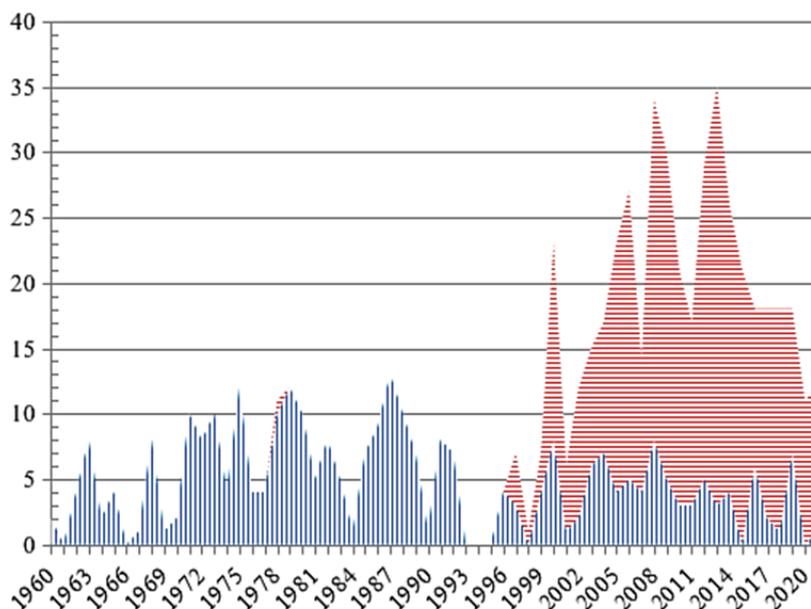


Рис. 2. Распределение утверждённых типов осциллографов по годам

Детальное распределение утверждённых типов с 1996 по 2022 год приведено на рис. 3. Всего за этот период было утверждено 464 типа осциллографов, из них 368 (79,3 %) — зарубежного производства.

По состоянию на начало 2022 года согласно данным, приведённым в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, действует 141 свидетельство об утверждении типа на осциллографы, из них 19 бессрочные на единичные экземпляры средств измерений.

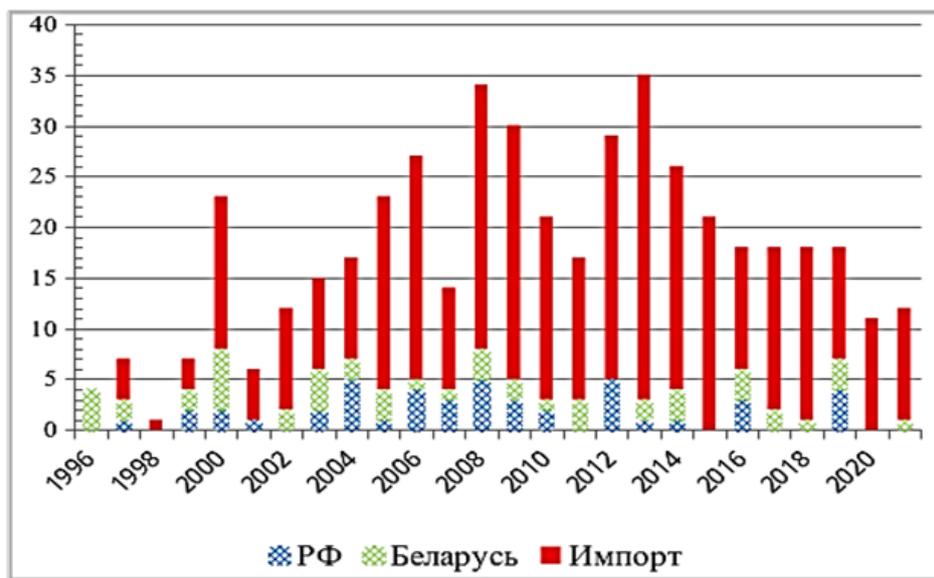


Рис. 3. Распределение утверждённых типов осциллографов по годам с 1996 по 2021 г.

Из 122 действующих свидетельств об утверждении типа на серийные приборы 12 — на осциллографы, производимые в Российской Федерации, и 7 — на осциллографы, производимые в Республике Беларусь. В Российской Федерации осциллографы производятся следующими организациями: АО «НПФ «Техноякс» (С8-56), ООО «КОМЗ-Измерения» (КОМЗ АльфаТрек серии С7-300), ЗАО «Супертехприбор» (С1-177, С1-178, С1-178/1), ООО Фирма «Информтест» (ОСЦ-5), ООО «VXI-Системы» (МОСЦ6), ЗАО «ПрофКИП» (ПрофКип С1-93М, ПрофКИП С1-99М, ПрофКип С1-103М, ПрофКип С1-128М, ПрофКип С1-131/2М, ПрофКип С1-126М, ПрофКип С1-149М, ПрофКип С1-151М, ПрофКип С1-155М, ПрофКип С1-156М), ООО «ИРИТ» (АСК-3000), ФГУП «ВНИИФТРИ» (С8-203, С8-205).

Импортные осциллографы представлены в Федеральном информационном фонде несколькими компаниями (рис. 4).

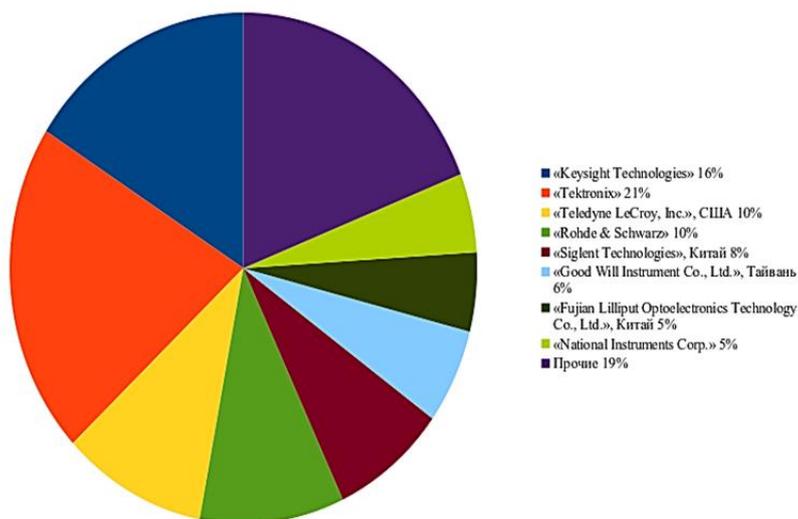


Рис. 4. Распределение присутствия типов осциллографов зарубежных производителей в Федеральном информационном фонде РФ

Действующие свидетельства об утверждении типа зарубежных осциллографов составляют 86,2 % от общего числа. Одно свидетельство обычно распространяется на несколько моделей (модификаций) осциллографов. Данные о количестве типов и модификаций осциллографов различных производителей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные о количестве модификаций осциллографов

Разработчик (Производитель)	Количество типов	Количество моделей
Keysight Technologies, США, Малайзия, Китай	17	151
Tektronix, США, Китай	22	124
Teledyne LeCroy, Inc., США	11	114
RIGOL Technologies, Inc., Китай	5	111
Pico Technology ltd., Великобритания	3	71
Good Will Instrument Co., Ltd., Тайвань	6	66
Fujian Lilliput Optoelectronics Technology Co., Ltd., Китай	5	43
Rohde & Schwarz, Германия, Чехия	11	36
Siglent Technologies, Китай	8	30
Yokogawa Test & Measurement Corporation, Япония	3	26
National Instruments Corp., США, Венгрия	5	16
Fluke Corporation, США	3	13
T&M Atlantic China Co., Ltd., Китай	1	10
Shanghai MCP Corp., Китай	1	7
China Electronics Technology Instruments Co., Ltd., Китай	1	6
Eltesta JSC, Литва	2	11
Chauvin-Arnoux, Франция	1	1
ИТОГО:	105	828

Анализ информации о потребностях в осциллографах отечественных предприятий промышленности, полученной в результате деятельности Информационно-аналитического центра по эталонам и средствам измерений радиотехнических и радиоэлектронных величин (ИАЦ), установил, что ощущается острая нехватка в современных осциллографах.

Данные о запросах, полученных от предприятий промышленности, по потребностям в осциллографах с различной полосой пропускания приведены в таблице 2.

Таблица 2

Количество полученных ИАЦ запросов о потребностях в осциллографах

Полоса пропускания	Потребность 2018–2020 гг.	Запросы 2021 г.	ВСЕГО потребности 2018–2021 гг.
до 200 МГц	55	8	63
до 500 МГц	19	1	20
до 2 ГГц	13	2	15
до 4 ГГц	4	2	6
до 10 ГГц	3	0	3
до 20 ГГц	5	1	6
до 100 ГГц	7	0	7
Итого	106	14	120

С выходом из строя старых приборов при наличии ограничений на ввоз востребованного высокотехнологичного импортного оборудования необходимость поставки современных осциллографов будет только нарастать. Однако отечественные организации, выпускающие их, не обладают достаточными производственными возможностями для обеспечения растущих потребностей предприятий промышленности.

Поэтому в рамках формируемых государственных программ промышленного развития Российской Федерации необходимо учитывать необходимость разработки и серийного выпуска современных осциллографов, которые будут необходимы для обеспечения независимости различных производств в условиях цифровой трансформации и бурного развития телекоммуникационных технологий.

Список литературы

1. Ginoux J-M., Lozi R. Blondel et les oscillations auto-entretenues // Archive for History of Exact Sciences. — 2012. — V. 66. — P. 485–530.
2. Волков В.А., Куликова М.В. Российская профессура, XVIII – начало XX в. Физико-математические науки. Биографический словарь. — СПб.: Мирь, 2008. — С. 143.
3. A.C. Cossor Limited [Электронный ресурс]. — URL: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/people/cp29160/a-c-cossor-limited> (дата обращения: 02.03.2022).
4. Tektronix [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.tek.com/en> (Дата обращения: 05.03.2022).
5. LeCroy [Электронный ресурс]. — URL: <https://teledynelecroy.com> (Дата обращения 01.03.2022).

Статья поступила в редакцию: 04.03.2022 г.

Статья прошла рецензирование: 16.03.2022 г.

Статья принята в работу: 08.04.2022 г.