

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые DPO70404C, DPO70604C, DPO70804C, DPO71254C, DPO71604C, DPO72004C, DSA70404C, DSA70604C, DSA70804C, DSA71254C, DSA71604C, DSA72004C, MSO70404C, MSO70604C, MSO70804C, MSO71254C, MSO71604C, MSO72004C (далее – осциллографы), изготавливаемых компанией «Tektronix, Inc.», США, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения	8.3	Да	Да
4 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	8.4	Да	Да
5 Определение полосы пропускания	8.5	Да	Да
6 Определение погрешности частоты опорного генератора	8.6	Да	Да
7 Определение входного сопротивления каналов осциллографа	8.7	Да	Да
8 Проверка программного обеспечения	8.8	Да	Да

Примечание - при получении отрицательного результата при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в табл. 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.2 8.3 8.4	Установка измерительная К2С-62А (диапазон установки напряжения от 20 мкВ до 200 В (1 МОм вход); от 20 мкВ до 5 В (50 Ом вход), пределы допускаемой погрешности установки напряжения $\pm(1,5 \times 10^{-3} \times U_K + 1,5 \text{ мкВ})$, где U_K – предел установки напряжения).
8.5	Генератор сигналов программируемый Г4-192 (диапазон частот от 10 кГц до 1,3 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-5} \%$).

№ пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-194 (диапазон частот от 2 до 8,3 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-2} \%$) Генератор сигналов высокочастотный Г4-111 (диапазон частот от 6,0 до 17,85 ГГц, выходная мощность не менее 5 мВт, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 0,5 \%$).
8.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-207 (диапазон частот от 17,44 до 25,86 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 0,5 \%$)
8.5	Ваттметр СВЧ с блоком измерительным NRP и преобразователем измерительным NRP-Z55 (диапазон частот до 40 ГГц, диапазон измеряемой мощности от 1 мкВт до 100 мВт, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 10 \%$).
8.6	Частотомер универсальный ЧЗ-86 (диапазон частот от 0,1 Гц до 100 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-8}$).
8.7	вольтметр универсальный В7-80 (диапазон измерений сопротивления постоянного тока от 0 до 200 МОм, пределы допускаемой погрешности измерений сопротивления постоянного тока $\pm 0,1 \%$, в диапазоне от 0 до 200 Ом, $\pm(0,1+0,1 \times R) \%$, в диапазоне от 0,12 до 200 МОм, где R – измеряемое сопротивление).

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой погрешностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверочного клейма на приборе или технической документации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки осциллографа допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей по ГОСТ 20.2.012-94).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приборы, в технической документации (ТД) на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность, % 65±15;
- атмосферное давление, кПа 100 ± 4 (750 ± 30 мм рт.ст.);

- параметры питания от сети переменного тока:
- напряжение питающей электросети, В 220±4,4;
- частота, Гц 50±0,5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п.п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на поверяемый осциллограф по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в ТД на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Подготовить средства измерений и испытательное оборудование к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре установить соответствие осциллографа требованиям технической документации изготовителя. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабление элементов конструкции, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов.

При наличии дефектов (механических повреждений), осциллограф дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить осциллограф к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя. Проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки осциллографа. Проверить работоспособность ЖКИ, диапазон перемещения линии развертки по вертикали.

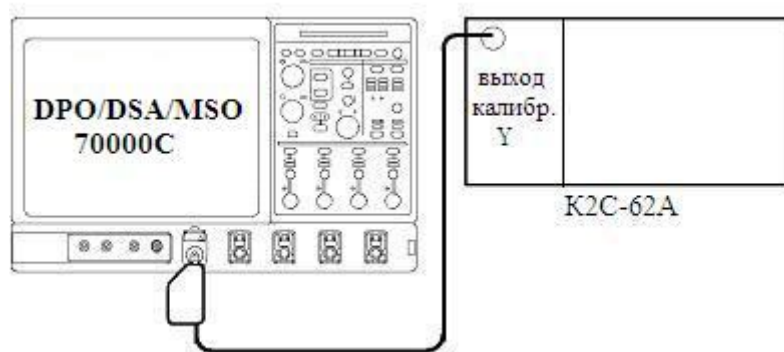


Рисунок 1 - Схема определения работоспособности

8.2.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

8.2.3 Установить на выходе калибратора Y установки K2C-62A последовательность прямоугольных импульсов с амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц. Установить число делений - 1 и импеданс 50 Ом.

8.2.4 На осциллографе установить входное сопротивление 50 Ом и нажать кнопку **Autoset**.

8.2.5 Уменьшая значение коэффициента развертки осциллографа, наблюдать увеличение ширины изображения импульсов на экране. Увеличивая значение коэффициента отклонения осциллографа, наблюдать уменьшение высоты изображения импульсов на экране.

Результаты поверки считать положительными, если в процессе загрузки отсутствуют сообщения о неисправности, на экране осциллографа наблюдается меандр амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, органы управления исправно работают.

8.3 Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения

8.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

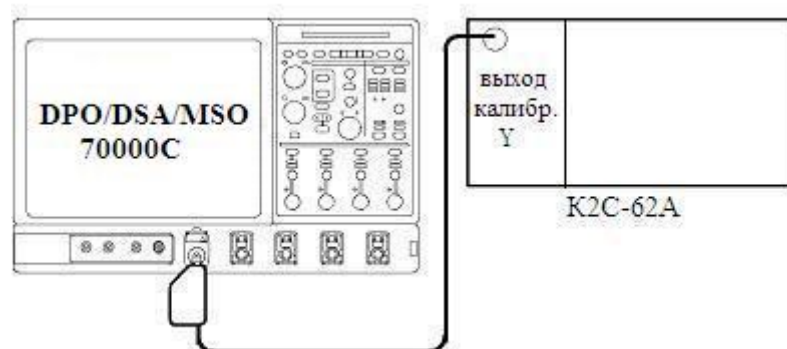


Рисунок 2 - Схема определения погрешности коэффициентов отклонения и погрешности измерений напряжения постоянного тока

8.3.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- провести сброс настроек, нажав кнопку **Default Setup**;
- в меню **Horiz/Acq** выбрать подменю **Acquisition** и установить количество усреднений (**Average**) равное **16**.

8.3.3 Включить на осциллографе функцию автоматического измерения среднего значения напряжения **Mean**, для этого в меню **Measure** выберите **Ampl**, затем в подменю **More** выберите **Mean**.

8.3.4 Установить коэффициент отклонения осциллографа равным значению, указанному в первой строке первого столбца таблицы 2.

Таблица 2

Установленный коэффициент отклонения, мВ/дел	Напряжение на выходе калибратора Y, мВ	Измеренное значение напряжения, мВ	Рассчитанная разница измеренных значений напряжения, мВ	Допускаемые значения разницы измеренных значений напряжения, мВ
10	40			от 78,4 до 81,6
	минус 40			
20	80			от 156,8 до 163,2
	минус 80			
50	200			от 392,0 до 408,0
	минус 200			
100	400			от 784,0 до 816,0
	минус 400			
250	1000			от 1960 до 2040
	минус 1000			
500	2000			от 3920 до 4080
	минус 2000			

8.3.5 Установить значение напряжения постоянного тока на выходе установке измерительной К2С-62А равное значению, указанному в первой строке второго столбца таблицы 2.

8.3.6 Записать измеренное значение напряжения постоянного тока в первую строку третьего столбца таблицы 2.

8.3.7 Повторить п.п. 8.3.5 – 8.3.6 для второго значения напряжения постоянного тока, указанного в таблице 2.

8.3.8 Рассчитать разницу измеренных значений напряжения постоянного тока отняв второе измеренное значение напряжения от первого и запишите ее в таблицу 2.

8.3.9 Убедиться, что рассчитанная разница находится в пределах, указанных в пятом столбце таблицы 2.

8.3.10 Повторить п.п. 8.3.4 – 8.3.9 для остальных значений коэффициентов отклонения, указанных в первом столбце таблицы 2.

8.3.11 Повторить п.п. 8.3.4 – 8.3.10 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки коэффициентов отклонения соответствует всем позициям таблицы 2, значения погрешности коэффициентов отклонения находятся в пределах $\pm 2\%$.

8.4 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

8.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

8.4.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- провести сброс настроек, нажав кнопку **Default Setup**;

- в меню **Horiz/Acq** выбрать подменю **Acquisition** и установить количество усреднений (**Average**) равное **16**.

8.4.3 Включить на осциллографе функцию автоматического измерения среднего значения напряжения **Mean**, для этого в меню **Measure** выберите **Ampl**, затем в подменю **More** выберите **Mean**.

8.4.4 Установить коэффициент отклонения равным значению, указанному в первой строке первого столбца таблицы 3.

Таблица 3

Установленный коэффициент отклонения (КО), мВ/дел	Установленное постоянное смещение, В	Напряжение на выходе калибратора Y, В $U_{уст}$	Измеренное значение напряжения, В $U_{изм}$	Рассчитанная абсолютная погрешность измерений напряжения, мВ, ΔU	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности измерений напряжения, мВ
10	0,45	+0,48			$\pm 5,075$
	минус 0,45	-0,48			
20	0,4	+0,46			$\pm 6,90$
	минус 0,4	-0,46			
50	0,25	+0,4			$\pm 12,375$
	минус 0,25	-0,4			
100	2,0	+2,3			$\pm 34,50$
	минус 2,0	-2,3			
200	1,5	+2,1			$\pm 52,75$
	минус 1,5	-2,1			
500	0	+1,50			$\pm 107,5$
	0	-1,50			

8.4.5 Установить постоянное смещение равным значению, указанному в первой строке третьего столбца таблицы 3.

8.4.6 Установить значение напряжения постоянного тока на выходе установке измерительной К2С-62А равное значению, указанному в первой строке четвертого столбца таблицы 3.

8.4.7 Записать измеренное значение напряжения постоянного тока в первую строку пятого столбца таблицы 3.

8.4.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения по формуле:

$$\Delta U = U_{ИЗМ} - U_{УСТ},$$

где $U_{ИЗМ}$ - измеренное значение напряжения;

$U_{УСТ}$ - напряжение на выходе калибратора Y.

8.4.9 Убедиться, что рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений напряжения находятся в пределах, указанных в шестом столбце таблицы 3.

8.4.10 Повторить п.п. 8.4.7 – 8.4.9 для второго значения напряжения постоянного тока, указанного в таблице 3.

8.4.11 Повторить п.п. 8.4.4 – 8.4.10 для остальных значений коэффициентов отклонения, указанных в первом столбце таблицы 3.

8.4.12 Повторить п.п. 8.4.4 – 8.4.11 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений находятся в пределах, приведенных в таблице 3.

8.5 Определение полосы пропускания

8.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

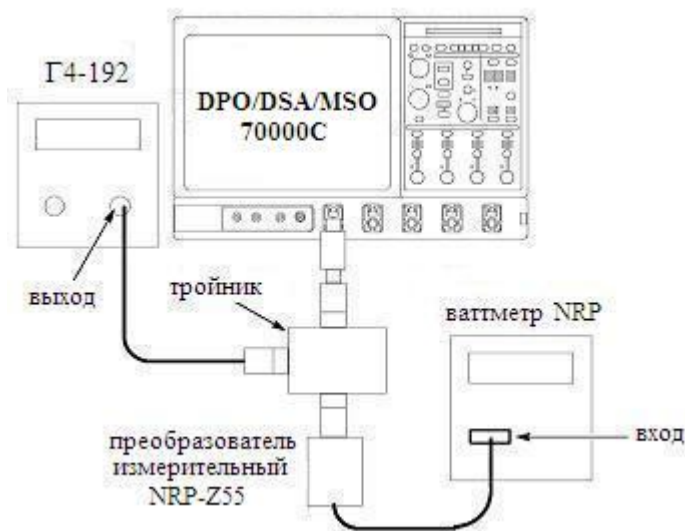


Рисунок 3 - Схема определения полосы пропускания

8.5.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- провести сброс настроек, нажав кнопку **Default Setup**;
- в меню **Horiz/Acq** выбрать подменю **Acquisition** и установить количество усреднений (**Average**) равное **16**;
- установить коэффициент отклонения **10 мВ/дел**;
- установить коэффициент развертки **50 ns** с помощью ручки **horizontal Scale**.

8.5.3 Установить на выходе генератора сигнал частотой **50 МГц** с амплитудой со-

ответствующей четырем делениям экрана осциллографа.

8.5.4 Включить на осциллографе функцию автоматического измерения среднего значения напряжения **Mean**, для этого в меню **Measure** выберите **Ampl**, затем в подменю **More** выберите **Mean**. Записать измеренное значение как $U_{вых50МГц}$.

8.5.5 Записать показания ваттметра и пересчитать в среднеквадратическое значение напряжения по формуле:

$$U_{вых50МГц} = \sqrt{P_{изм} \times 50 \Omega},$$

где $U_{вых50МГц}$ - среднеквадратическое значение напряжения;
 $P_{изм}$ - измеренное значение мощности (показания ваттметра).

8.5.6 В измерительной схеме на рисунке 3 генератор Г4-192 заменить на генератор, соответствующий модели осциллографа из таблицы 4.

Таблица 4

Модель осциллографа	Установки	
	Верхняя граничная частота полосы пропускания, ГГц	Используемый генератор сигналов
DPO/DSA70404B, MSO70404	4,0	Г4-194
DPO/DSA70604B, MSO70604	6,0	Г4-194
DPO/DSA70804B, MSO70804	8,0	Г4-194
DPO/DSA71254B, MSO71254	12,5	Г4-111
DPO/DSA71604B, MSO71604	16,0	Г4-111
DPO/DSA72004B, MSO72004	20,0	Г4-207

8.5.7 Установить на выходе генератора сигнал частотой равной верхней граничной частоте полосы пропускания осциллографа, соответствующей модели осциллографа из таблицы 4.

Примечание: Амплитуду сигнала, если позволяет выходная мощность генератора, желательно (необязательно) увеличить до четырех делений экрана осциллографа

8.5.8 Установить такой коэффициент развертки осциллографа, чтобы на экране отображалось не менее 10 периодов сигнала.

8.5.9 Записать показания ваттметра, пересчитанные по формуле из п.8.5.5, как $U_{выхВ.ГР}$.

8.5.10 Записать среднеквадратическое значение напряжения, измеренное осциллографом, как $U_{вых50МГц}$.

8.5.11 Рассчитать и записать в протокол отношение уровня амплитудно-частотной характеристики осциллографа на верхней граничной частоте полосы пропускания к уровню на частоте 50 МГц по формуле:

$$\frac{АЧХ_{В.ГР.}}{АЧХ_{50МГц}} [дБ] = 20 \lg \left[\frac{U_{выхВ.ГР.} / U_{вхВ.ГР.}}{U_{вых50МГц.} / U_{вх50МГц.}} \right]$$

8.5.12 Повторить п.п. 8.5.1 - 8.5.11 для остальных коэффициентов отклонения.

8.5.13 Повторить п.п. 8.5.1 - 8.5.12 для остальных каналов осциллографа, при этом выключить проверенный канал.

Результаты поверки считать положительными, если отношение уровня амплитудно-частотной характеристики осциллографа на верхней граничной частоте полосы пропускания к уровню на частоте 50 МГц находится в пределах ± 3 дБ.

8.6 Определение погрешности частоты опорного генератора

8.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4- Схема определения погрешности частоты опорного генератора

8.6.2 Провести сброс настроек осциллографа, для этого нажать кнопку **Default Setup**.

8.6.3 Измерить частоту сигнала частотомером и записать измеренное значение в таблицу 5.

8.6.4 Убедиться, что измеренное значение частоты находится в пределах, указанных в таблицы 5.

Таблица 5

Измеренное значение частоты, кГц	Минимальное допустимое значение частоты, кГц	Максимальное допустимое значение частоты, кГц
	9999,975	10000,025

8.6.5 Повторить п.п.8.6.1 – 8.6.4 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если значения частоты внутреннего опорного генератора находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

8.7 Определение входного сопротивления

8.7.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5 - Схема определения входного сопротивления

8.7.2 Провести калибровку вольтметра.

8.7.3 Выполнить сброс настроек осциллографа, нажав кнопку **Default Setup**.

8.7.4 Установить коэффициент отклонения равным значению, указанному в первой строке таблицы 6.

Таблица 6

Коэффициент отклонения, мВ/дел	Входное сопротивление, $R_{уст}$	Измеренное значение входного сопротивления, $R_{изм}$	Рассчитанное значение погрешности входного сопротивления, ΔR	Пределы допускаемой погрешности входного сопротивления
10	50 Ом			$\pm 2 \%$
100	50 Ом			$\pm 2,2 \text{ Ом}$

8.7.5 Установить входное сопротивление осциллографа равным значению, указанному в первой строке второго столбца таблицы 6.

8.7.6 Измерить входное сопротивление осциллографа с помощью вольтметра и записать измеренное значение в таблицу 6.

8.7.7 Рассчитать погрешность установки входного сопротивления по формуле:

$$\Delta R = R_{изм} - R_{уст}$$

8.7.8 Убедиться, что рассчитанная погрешность установки входного сопротивления находится в пределах, указанных в таблице 6.

8.7.9 Повторить п.п. 8.7.1 – 8.7.8 для остальных значений коэффициентов отклонения, указанных в таблице 6.

8.7.10 Повторить п.п. 8.7.1 – 8.7.9 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение входного сопротивления находится в пределах, указанных в таблице 6, т.е. выполняются условия п. 8.7.8.

8.8 Проверка программного обеспечения

8.8.1 Осуществить проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО).

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют:

1) наименование программного обеспечения – «Микропрограммное обеспечения для осциллографов серии DPO/DSA/MSO70000C»;

2) идентификационное наименование программного обеспечения – Firmware - DPO7000, DPO-DSA70000, DPO-DSA70000B-C, MSO70000-C- With Doc, Win XP - V5.3.4 или
Firmware - DPO7000C, DPO-DSA-MSO70000C - W Docs - Win 7 V6.1.2;

3) номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения - V5.3.4 (для платформы на MS Windows XP)

или

V6.1.2 1 (для платформы на MS Windows 7 Ultimate 64bit);

4) цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) - e2c84c0c296b7ac0b5152a0aa7cebc94 (для платформы на MS Windows XP)

или

- 8b336292801d85c82251cfbbb46bec81 (для платформы на MS Windows 7 Ultimate 64bit);

5) алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения – MD5;

6) уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 – «А»

8.8.2 Осуществить оценку влияния программного обеспечения на метрологиче-

ские характеристики средства измерений в соответствии с МИ 3286-2010.

8.8.3 Результаты проверки считать положительными, если влияние метрологически значимой части программного обеспечения на метрологические характеристики осциллографа не выходит за пределы согласованного допуска.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки на осциллограф выдаётся свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки осциллограф к дальнейшему применению не допускается. На осциллограф выписывается извещение о его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

А.С. Гончаров

Научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

В.В. Окунев-Раракин