

715

УТВЕРЖДАЮ
НАЧАЛЬНИК ЦИ "ВОЕНТЕСТ"
32 ГНИИ МО РФ
В. Н. Храменков
12 2004 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Генератор сигналов измерительный R&S SM 300
фирмы Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG, Германия

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2004 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на генератор сигналов измерительный R&S SM 300, изготовленный фирмой Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG, Германия (далее – SM 300), зав. №100070, и устанавливает порядок проведения его первичной и периодической поверок, проводимых в соответствии с ПР 50.2.006 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».

1.2 Межповерочный интервал - 2 года.

2 Операции поверки

При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

	Наименование операции	Номер пункта Методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	Периодической Поверке
1.	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2.	Опробование	8.2	Да	Да
3.	Определение метрологических характеристик	8.3	Да	да
3.1	Определение диапазона частот и погрешности установки частоты.	8.3.1	Да	да
3.2	Определение абсолютной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора	8.3.2	да	да
3.3	Определение абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала	8.3.3	да	да
3.4	Проверка частоты и напряжения выходного сигнала опорной частоты.	8.3.4	да	да
3.5	Проверка содержания гармоник и субгармоник	8.3.5	да	да
3.6	Определение погрешности установки девиации частоты.	8.3.6	да	да
3.7	Определение погрешности установки девиации фазы.	8.3.7	да	да
3.8	Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции.	8.3.8	да	да
3.9	Определение КСВН высокочастотного выхода генератора	8.3.9	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование средств Поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерений	Погрешность	
1. Частотомер электронно-счетный	Диапазон частот $10 \div 37,5 \cdot 10^9$ Гц	Относительная погрешность по частоте встроенного кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.	ЧЗ-66
2. Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот $0 - 17,85$ ГГц	Основная погрешность измерения мощности $\pm(4 - 6) \%$	МЗ-93
3. Стандарт частоты и времени	Номинальное значение частоты выходных сигналов 1; 5 МГц	Относительная погрешность воспроизведения частоты $3 \cdot 10^{-13}$	Ч1-76
4. Анализатор спектра	Частотный диапазон: $9 \text{ кГц} \div 26,5 \text{ ГГц}$.	Относительная погрешность частоты составляющих спектра для полосы обзора $>2 \text{ МГц} \cdot N$ $\pm(f_c \cdot 10^{-8} + 0,05 \cdot f_{по} + 0,15 \cdot f_{пп} + 10 \text{ Гц})$. N – номер гармоник низшего порядка, F_c – частота входного сигнала, $F_{по}$ – частота полосы обзора, $F_{пп}$ – частота полосы пропускания.	НР 8563Е
5. Милли-вольтметр цифровой	Диапазон частот от 20 Гц до 1000 МГц, диапазон измерений от 10 мВ до 100 В	Относительная погрешность $\pm 0,2 \%$.	ВЗ-49
6. Измеритель коэффициента амплитудной модуляции вычислительный	Диапазон несущих частот: $0,01 \div 500$ МГц. Диапазон модулирующих частот $0,02 \div 200$ кГц.	Основная погрешность измерений: 0,3-100 – пиковые значения; 0,1-70 – средние квадратические значения; 0,3-100 – средние значения.	СК2-24
7. Измеритель КСВН панорамный	Частотный диапазон: $0,1 \div 18$ ГГц. Пределы измерения КСВН – от 1,03 до 5	Относительная погрешность измерений КСВН $\pm(3K_{ст} + 1) \%$	Р2-83
8. Измеритель КСВН панорамный	Частотный диапазон: $0,01 \div 1,25$ ГГц. Пределы измерения КСВН – от 1,03 до 5	Относительная погрешность измерений КСВН $\pm(3K_{ст} + 1) \%$	Р2-73
9. Измеритель модуляции	Диапазон несущих частот: $0,1 \div 1000$ МГц, с	Пределы и основная погрешность измерений:	СКЗ-45

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерений	Погрешность	
	блоком Я4С-104 1000÷10000 МГц Диапазон модулирующих частот: 0,02÷200 кГц	ЧМ: 0,1-1000 кГц – пиковые значения; 0,005-300 кГц – средние квадратические значения $\pm(A_0 \cdot 10^{-2} \Delta f + \Delta f_{ш})$ кГц ($A_0 = 2 \div 15$). АМ: 1 ÷ 100, $\pm(A \cdot M + \Delta M_{ш})$	
10. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 10 кГц ÷ 1,3 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-192
11. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 1 ÷ 4 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-193
12. Генератор сигналов высокочастотный	Частотный диапазон: 2 ÷ 8,3 ГГц.	Относительная погрешность установки частоты 10^{-5}	Г4-194

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки SM 300 допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку.

5 Требования безопасности

5.1 К работе на SM 300 допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав SM 300.

6 Условия поверки

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

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

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:
проверяют готовность генератора SM 300 в целом согласно руководству по эксплуатации;
выполняют пробное непродолжительное (10-15 мин.) включение генератора SM 300;

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей (если они имеются снаружи прибора);
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления элементов конструкции;
- сохранность механических органов управления (если они имеются) и чёткость фиксации их положения.

8.2 Опробование

При проведении опробования собрать схему в соответствии с рис.1

С генератора SM 300 подать сигнал частотой 100 МГц на частотомер ЧЗ-66. Если на ЧЗ-66 осуществляется измерение частоты сигнала, то генератор SM 300 работоспособен.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Проверка диапазона частот.

Проверку диапазона частот провести измерением частоты сигнала на основном выходе генератора частотомером ЧЗ-66. Собрать структурную схему в соответствии с рис.1.

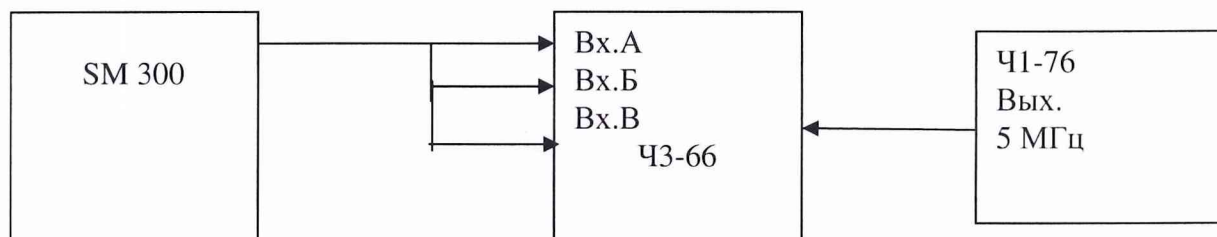


Рис.1.

На генераторе установить уровень выходного сигнала минус 10 дБм и подать выходной сигнал либо на вход А частотомера при измерении сигнала до 150 МГц, на вход Б при измерении частот от 150 МГц до 2 ГГц, на выход В при измерении частот от 2 ГГц до 3 ГГц. Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подать от стандарта частоты и времени Ч1-76.

До проведения измерений Ч1-76 прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева генератора, измерить частоту на выходе прибора.

Погрешность установки частоты (δ_f) в процентах вычислить по формуле (1):

$$\delta F = \frac{F_{изм} - F_{ном}}{F_{ном}} * 100\%, (1)$$

где $F_{ном}$ – установленное значение частоты;

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты.

На генераторе последовательно установить частоты 0,0100000; 10,0000000; 104,4444444; 107,7777777; 112,2222222; 117,3333333; 122,6666666; 147,8888888; 225,5555555; 249,0000000; 269,9999999; 411,1111111; 450,9999999; 501,0000000; 635,6666666; 878,3333333; 1000,0000000; 1555,5555; 2000,0000; 2111,1111; 3000,0000 МГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если во всем диапазоне устойчиво работает система синхронизации, если вычисленные значения относительной погрешности установки частоты не превышают значений $\pm 3 \cdot 10^{-6}$.

В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.2 Определение абсолютной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора.

Определение относительной погрешности установки ослабления встроенного аттенюатора осуществить при помощи анализатора спектра в соответствии с рис.2.

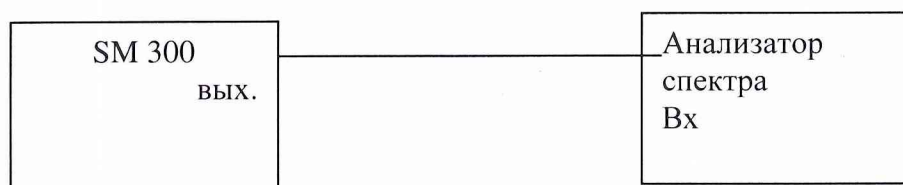


Рис.2.

Измерение ослабления встроенного аттенюатора с генератора SM 300 во всем динамическом диапазоне провести на частотах 10 МГц, 1,5 ГГц, 3,0 ГГц.

С выхода генератора подать сигнал на вход анализатора спектра.

Произвести измерение ослабления встроенного аттенюатора в точках минус 1, минус 2, минус 3, минус 4, минус 5, минус 6, минус 7, минус 8, минус 9, минус 10, минус 20, минус 30, минус 40 дБм.

Погрешность для каждой отметки выходного сигнала (δA_f) вычисляется по формуле (2):

$$\delta A_f = A_n - A_f, (2)$$

где A_n - номинальное значение ослабления установленного встроенным аттенюатором ;

A_f – измеренное значение ослабления встроенного аттенюатора на частоте.

Результаты измерений записываются в протокол и должны удовлетворять значениям, приведенным в документации на генератор SM 300. В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.3 Проверка частоты сигнала на опорном выходе и уровень выходного сигнала опорной частоты.

Определение частоты сигнала на опорном выходе генератора осуществить непосредственным измерением частоты сигнала с опорного выхода частотомером ЧЗ-66 по рис. 3

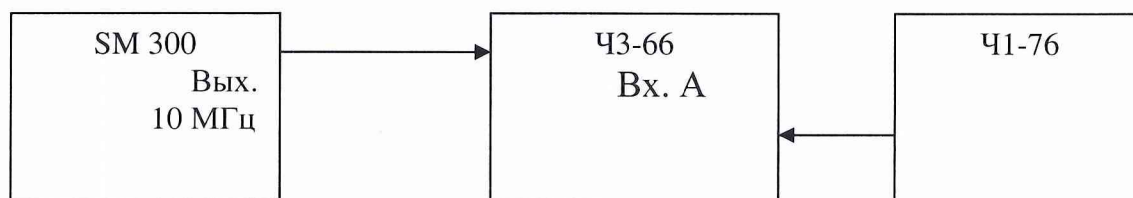


Рис. 3.

Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 5 МГц, который подают от стандарта частоты и времени Ч1-76.

До проведения измерений Ч1-76 прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева генератора измерить частоту на выходе прибора.

Погрешность установки частоты (δ_f) в процентах вычислить по формуле (1).
 Определение выходного напряжения на дополнительном выходе генератора провести непосредственным измерением напряжения вольтметром ВЗ-49 на частоте 10 МГц по рис.4.

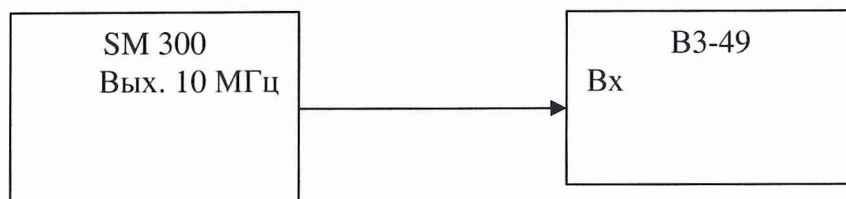


Рис.4

Дополнительный выход генератора соединить с вольтметром кабелем.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если погрешность установки частоты не превышает значения $\pm 2 \cdot 10^{-6}$, а выходное напряжение на дополнительном выходе генератора более 0,5 В. В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.4 Проверка абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала

Проверку погрешности установки мощности выходного сигнала производят с помощью измерителя мощности МЗ-93. Для проведения измерений необходимо собрать схему рис. 5.



Рис.5.

Перед измерением прогреть измеритель мощности в течении 1-го часа. После прогрева произвести калибровку измерителя мощности. Измерение мощности произвести на следующих частотных точках: 9 кГц, 500 МГц, 2 ГГц, 3 ГГц. На генераторе установить следующие значения мощности: 0; 5; 13 дБм. Значения абсолютной погрешности установки мощности произвести по формуле 3

$$\Delta = P_y - P_{\text{изм}}, \quad (3)$$

где Δ - абсолютная погрешность установки мощности;

P_y - установленное значение выходной мощности генератора;

$P_{\text{изм}}$ - измеримая мощность.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки мощности находятся в пределах ± 1 дБ.

В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.5 Определение содержания гармоник и субгармоник.

Определение содержания гармоник и субгармоник провести анализатором спектра НР 8563Е следующим образом:

1. На вход анализатора спектра подать с генератора (Г4-192, Г4-193, Г4-194) сигнал частоты, $F/2$, $F/3$, $2F$ и $3F$ и уровнем минус 23 дБм. Атенюатором анализатора спектра установить максимальный размер изображения на шкале экрана и отметить показания A_1 аттенюатора.

2. Переключить анализатор спектра на поверяемый генератор, на которой устанавливают сигнал частоты F и уровнем 0 дБм. По анализатору спектра провести отсчет уровней гармоник ($2F$ и $3F$ и субгармоник $F/2$, $F/3$) – A_2 и A_2' соответственно.

Уровень гармоник A рассчитать по формуле (4):

$$A = - (A_1 - A_2(A_2) + 23) \text{ дБ}, \quad (4)$$

где 23 дБ – коэффициент, учитывающий разницу в уровнях сигналов при калибровке и измерении.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если вычисленные по формуле значения:

- гармоник на частотах выше 1 МГц не более минус 30 дБм;

- уровень выходных субгармоник, дБм, на частотах выше 1 МГц не более минус 90.

В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.6 Определение погрешности установки девиации частоты.

Определение погрешности установки девиации частоты, определение погрешности установки девиации частоты в диапазоне модулирующих частот провести непосредственно измерением величины девиации частоты измерителем СКЗ-45.

Определение погрешности установки девиации частоты провести следующим образом:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «КИ» и полосу НЧ ($0 \div 3,4$) кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ЧМ», выход «минус 10 дБм», частоту несущей 250 МГц, частоту модулирующего сигнала 1000 Гц;
3. Установить последовательно на генераторе значения девиации частоты 0,5; 5,0; 50; 250 кГц и измерить действительное значение девиации частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$. Аналогичные измерения провести при модулирующей частоте 400 Гц.
4. Установить на генераторе девиацию частоты 100 кГц, модулирующую частоту 400 либо 1000 Гц и измерить девиацию частоты $\Delta F_{д+}$ и $\Delta F_{д-}$ на несущих частотах 10, 100, 300, 500, 650, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц.

Погрешность установки девиации частоты определить по формуле (5):

$$\delta F = \frac{\Delta F_{изм} - \Delta F_{уст}}{\Delta F_{уст}} * 100\%, \quad (5)$$

где $\Delta F_{уст}$ – установленное значение девиации частоты;

$\Delta F_{изм}$ – значение девиации частоты, определяемое по формуле (6)

$$\Delta F_{изм} = \frac{(\Delta F_{д+}) + (\Delta F_{д-})}{2} \quad (6)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если величина вычисленная по формуле (5) не превышает значения $\pm 5\%$. В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.7 Определение погрешности установки девиации фазы.

Определение погрешности установки девиации фазы провести измерением соответствующих параметров измерителем модуляции СКЗ-45 следующим образом:

1. Установить на СКЗ-45 режим измерения «ЧМ», «МИ» и полосу НЧ (0,3 ÷ 3,4) кГц;
2. Установить на генераторе режим «внутренняя ФМ», частоту модуляции 1000 Гц и измерить соответствующие значения девиации частоты при установке девиации фазы 1 и 5 рад на несущих частотах 10, 249, 250, 500, 501, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 МГц, а так же на несущих частотах 250 и 500 МГц значение девиации фазы 10 рад;

Погрешность установки девиации фазы ($\delta\varphi$) в процентах вычислить по формуле (7):

$$\delta\varphi = \frac{\Delta F_{\text{д}} - \Delta F_{\text{н}}}{\Delta F_{\text{н}}} * 100, (7)$$

где $\Delta F_{\text{н}}$ – номинальное значение девиации частоты соответствующее установленной девиации фазы ($\Delta\varphi F_{\text{н}}$);

F – частота модуляции, установленная с точностью до $\pm 1\%$;

$\Delta F_{\text{д}} = \Delta\varphi_{\text{д}} F$ – среднее значение измеренной девиации частоты, соответствующее действительному значению установленной девиации фазы ($\Delta\varphi_{\text{д}}$).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение погрешности, вычисленное по формуле, не более $\pm 5\%$. В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.8 Определение погрешности установки коэффициента АМ.

Определение погрешности установки коэффициента АМ и погрешности установки коэффициента АМ в диапазоне несущих частот до 500 МГц провести непосредственным измерением коэффициента АМ измерителем коэффициента АМ СК2-24, а в диапазоне частот выше 500 МГц измерением коэффициента модуляции анализатором спектра НР 8563Е.

Определение погрешности установки коэффициента АМ провести на несущих частотах 0,4; 1,5; 10; 500; 1000 МГц следующим образом:

1. Установить на СК2-24 режим измерения «МСР», «АВТ» и полосу НЧ 0,3÷3,4 кГц при измерениях на всех несущих частотах, кроме 0,4 МГц, при измерениях на частоте 0,4 МГц установить полосу 0,02÷20 кГц.

2. Установить на генераторе режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1 кГц и подать сигнал на вход «0,1÷1,5 МГц» прибора СК2-24 на частотах 0,4 и 1,5 МГц и на вход «1,5÷500 МГц» на частотах 10 и 500 МГц.

3. Измерить действительные значения коэффициента АМ при устанавливаемых на поверяемом генераторе значениях коэффициента модуляции 5; 10; 30; 70; 80 и 90 % и двух значениях уровня выходного сигнала минус 9,9 и минус 10 дБм.

4. На частоте 1000 МГц поверяемый генератор подключить к анализатору спектра НР 8563Е.

5. На поверяемом генераторе установить частоту 1000 МГц, уровень выхода минус 30 дБм, режим «внутренняя АМ», частоту модуляции 1000 Гц.

6. Последовательно установить величину коэффициента АМ 5; 10; 30; 70; 80 и 90 %. С помощью анализатора спектра измерить амплитуду напряжения несущей частоты A_0 и амплитуду боковой составляющей A_6 . Значение коэффициента модуляции вычислить по формуле (8):

$$M = 2 \frac{A_6}{A_0}, (8)$$

7. Повторить измерения при уровне выходного сигнала минус 29,9 дБм.

Определить погрешность коэффициента АМ (ΔM) по формуле (9):

$$\Delta M = M_{\text{д}} - M_{\text{н}}, \quad (9)$$

где $M_{\text{д}}$ – измеренное значение коэффициента АМ;
 $M_{\text{н}}$ – установленное значение коэффициента АМ.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки коэффициента АМ не более $\pm 5\%$.

8.3.9 Определение КСВН основного выхода генератора.

Определение КСВН основного выхода генератора провести измерителем КСВН панорамным Р2-73 (Р2-83) следующим образом:

1. Собрать схему в соответствии с рис.6

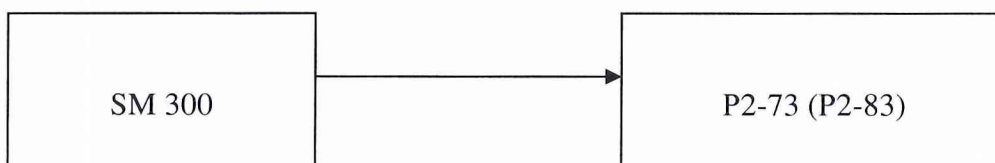


Рис.6

2. Измерить КСВН в диапазоне частот $10 \div 3000$ МГц при установке выходного уровня сигнала на поверяемом генераторе минус 10 дБм и минус 20 дБм.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные величины КСВН не превышают 1,6.

В противном случае генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считают соответствие полученных технических характеристик генератора SM 300 характеристикам, приведенным в описании типа на генератор SM 300.

9.2 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных технических характеристик.

9.3. При отрицательных результатах поверки генератор SM 300 бракуется и отправляется в ремонт.

Заместитель начальника отдела ГЦИ СИ
«Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

Научный сотрудник ГЦИ СИ
"Воентест" 32 ГНИИ МО РФ

В.Л. Воронов

А.С. Бондаренко