

Стенд для тестирования (испытаний) программного обеспечения средств измерений

**Акимов А.А., Кудеяров Ю.А., Паньков А.Н., Раевский И.А.,
Стефанов А.Ю., Стефанов Ю.В. (ФГУП «ВНИИМС»),
Козлов М.В. (АНО «МИЦ»)**

В 2007 – 2008 г.г. в ФГУП «ВНИИМС» проводилась научно-исследовательская работа «Разработка и исследование методов и средств обнаружения в программных продуктах средств измерений недеklarированных возможностей и тестирования уровня защиты измерительной информации». Один из этапов работы предусматривал разработку, наладку и аттестацию испытательного стенда (ИС) для тестирования программных продуктов, используемых в средствах измерений и в информационно-измерительных системах. Предлагаемая статья представляет собой изложение результатов этого этапа работы, и, по нашему мнению, может представлять интерес как для разработчиков программного обеспечения средств измерений (ПО СИ), так и для специалистов по тестированию соответствующих программных продуктов.

Основное назначение разработанного испытательного стенда сводится к имитации входных сигналов, подаваемых на вход автоматизированных средств измерений и вызывающих ответную реакцию «встроенного» программного обеспечения. Напомним, что под средствами измерений с «встроенным» программным обеспечением понимаются измерительные приборы, в которых программный продукт разработан для решения конкретной измерительной задачи, а микропроцессор, интерфейс для подключения периферийных устройств и инструментальная часть заключены в общий корпус. В таких приборах непосредственный доступ к программному обеспечению, как правило, отсутствует или затруднен. Далее, результаты, получаемые на выходе тестируемой программы, сравниваются с результатами обработки тех же самых сигналов, осуществляемой так называемым «эталонным» (опорным) программным обеспечением, т.е. таким ПО, которое воспроизводит

основные функции тестируемого программного продукта с точностью, сравнимой или превосходящей точность тестируемой программы. На основании такого сравнения делаются окончательные заключения о свойствах тестируемого ПО.

В тех случаях, когда «эталонное» программное обеспечение отсутствует, или оно не доступно, стенд может быть использован для выработки сигналов, имитирующих «модели исходных данных» [1], а также сигналов, воспроизводящих «эталонные (модельные) результаты» (см., например, [2]).

Стенд может использоваться также и при тестировании автономного программного обеспечения, т.е. программного продукта, функционирующего с использованием персонального компьютера.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568-97 «Аттестация испытательного оборудования» была разработана «Методика первичных (периодических) аттестационных испытаний испытательного стенда для тестирования программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем».

Методика аттестационных испытаний стенда в составе:

- генератора сигналов специальной формы «SFG-2000/2100»;
- многофункционального калибратора «Martel 3001»;
- осциллографа «TDS-2024B»;
- магазина сопротивлений «2090 PROGRAMMABLE RESISTANCE BOX» и
- персонального компьютера с программными средствами Microsoft Excel и Mathcad 11, описывает порядок проведения испытаний для подтверждения возможности воспроизведения условий испытаний в пределах допустимых отклонений и установления пригодности использования испытательного стенда для тестирования ПО средств измерений и информационно-измерительных систем, а также с целью установления соответствия аттестуемого испытательного стенда требованиям нормативной документации, указанной в п.2 методики. В свою очередь, перечень нормативной докумен-

тации, используемой при аттестации стенда, включал в себя следующие документы:

- ГОСТ Р 8.568-97 Аттестация испытательного оборудования.
- ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
- ГОСТ Р 51672–2000 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения.
- ГОСТ Р ИСО 9127-94 Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов.
- МИ 2891-2004 Общие требования к программному обеспечению средств измерений.
- МИ 2955-2005 Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений и порядок ее проведения.

Эксплуатационные документы на испытательный стенд состояли из Руководств по эксплуатации оборудования, входящего в состав стенда и перечисленного выше.

В соответствии с рекомендациями нормативной документации п.2 методики, аттестационные испытания включали в себя:

- экспертизу эксплуатационной документации, на основании которой выполнена установка испытательного оборудования;
- определение значений технических характеристик испытательного оборудования, описанных в эксплуатационной документации на компоненты ИС;
- экспериментальное определение технических характеристик ИС и подтверждение пригодности использования испытательного оборудования на примерах конкретных программных продуктов, а также определение отклонений характеристик условий испытаний от нормированных значений;
- обеспечение безопасности персонала и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду;

-определение перечня характеристик ИС, проверяемых при периодической аттестации оборудования, методы, средства и периодичность ее проведения.

Результаты первичных испытаний стенда отражены в соответствующем протоколе испытаний. Далее приводятся выдержки из протокола.

1. Состав испытательного стенда (ИС):

- генератор сигналов специальной формы «SFG-2000/2100» (рис. 1);



Рис.1

- многофункциональный калибратор «Martel 3001» (рис.2);



Рис.2

- осциллограф «TDS-2024В» (рис.3);



Рис. 3.

- магазин сопротивлений «2090 PROGRAMMABLE RESISTANCE BOX» (рис.4).



Рис. 4.

2. Назначение испытательного стенда:

тестирование программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем.

3. Разработчик испытательного стенда:

ФГУП ВНИИМС (г. Москва).

Испытаниям стенда предшествовала экспертиза технической документации. Таблица, в которой представлены результаты экспертизы, из-за ее большого объема не приводится. Вместе с тем, по результатам экспертизы было принято

4. **Заключение:** документация компонентов (приборов, средств измерений), входящих в состав аттестуемого испытательного стенда, удовлетворяет требованиям к документации на испытательное оборудование, указанных в п.2. «Методики первичных (периодических) аттестационных испытаний испытательного стенда для тестирования программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем».

Пункт 2 «Протокола испытаний» содержит результаты определения значений технических характеристик испытательного оборудования, описанных в эксплуатационной документации на компоненты ИС. При этом необходимо было убедиться в том, что значения технических характеристик действительно соответствуют значениям, указанным в технической документации (спецификациям, руководствам по эксплуатации, техническим описаниям), что и было сделано.

Пункт 3 «Протокола испытаний» посвящен изложению результатов экспериментального определения технических характеристик ИС и подтверждению пригодности использования испытательного оборудования на примерах конкретных программных продуктов, а также определение отклонений характеристик условий испытаний от нормированных значений.

С целью подтверждения пригодности использования ИС для аттестации ПО средств измерений и информационно-измерительных систем были

проведены соответствующие испытания, заключающихся в генерации входных сигналов (силы тока, числа импульсных сигналов, сигналов сопротивления и др.), и последующей подаче последних на средства измерений (приборы) со встроенными программными продуктами (теплосчетчики «КМ-5» (разработка ООО «ТБН Энергосервис) и «Multidata S1» (Разработка ООО «Центрер – Водоприбор ЛТД.)) (Рис.5).



Рис.5. Блок-схема испытательного стенда.

Результаты испытаний стенда, произведенных со встроенными программными продуктами (теплосчетчики «КМ-5» и «Multidata S1»), представлены в Приложениях 1 и 2. Результаты испытаний стенда с автономным программным обеспечением «Баррель» (разработка ЗАО «ИВК – Саяны) представлены в Приложении 3.

Пункт 4 «Протокола испытаний» констатирует, что требования по безопасности персонала, а также требования к отсутствию вредного воздействия на окружающую среду аттестуемого ИС, сводятся к таким же требованиям его составных компонент (средств измерений, приборов), изложенных в п.1 «Методики аттестационных испытаний» на аттестуемый испытательный

стенд. Они также представлены в эксплуатационной документации п.4 «Методики». В результате проверки этой документации и сопоставления ее требований с реальными характеристиками комплектующих стенда было установлено, что требования по безопасности персонала, а также требования к отсутствию вредного воздействия на окружающую среду в аттестуемом ИС выполнены в полном объеме.

В пункте 5 «Протокола испытаний» изложен перечень характеристик ИС, проверяемых при периодической аттестации.

На основании полученных экспериментальных данных, сопоставленных с заранее известными значениями входных сигналов, было установлено, что аттестуемый ИС удовлетворяет требованиям нормативной документации п.2 «Методики первичных/периодических аттестационных испытаний испытательного стенда для тестирования программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем» и в полном объеме реализует все функциональные характеристики, заявленные в этой «Методике».

В соответствии с п. 6 «Методики аттестационных испытаний» и изложенными выше результатами испытаний принято решение о выдаче испытательному стенду для тестирования программного обеспечения средств измерений и информационно – измерительных систем соответствующего Свидетельства о метрологической аттестации.

Всем, кто заинтересован в тестировании программных продуктов, используемых в средствах измерений и измерительных системах, рекомендуем обращаться в Орган Системы добровольной сертификации программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем (СДС ПО СИИИС), созданной ФГУП «ВНИИМС» и зарегистрированной Ростехрегулированием (Регистрационный № РОСС RU.V317.04ИЗ300 от 16 мая 2006 г.). Контактные телефоны: (495) 781 48 98, (495) 976 14 28.

Необходимую информацию можно найти на сайтах: www.vniims.ru и www.gametest.ru.

Список литературы

1. МИ 2174-91 ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.
2. Кудяров Ю.А. Аттестация программного обеспечения средств измерений (учебное пособие). – М.: ФГУП «ВНИИМС», 2006.

Приложение 1.

Результаты испытаний стенда со встроенным программным продуктом теплосчетчика «КМ-5»

Начальные условия:

Цена импульса – 0.01121

Частота импульсов – 1Гц

Температура

прямой поток: 137.24

обратный поток: 31.58

Реакция ПП тепло- счетчика КМ5 на входной сигнал ИС (значение условного расхода G_i)	G_v – объем- ный расход (ПП КМ5), [м ³ /ч]
-0,001736	0,7769
-0,001750	0,7843
0,000190	-0,2110
-0,001745	0,7817
-0,001746	0,7821
0,000176	-0,2039
-0,001917	0,8710
-0,017627	9,0752
-0,017632	9,0778
-0,017637	9,0801
-0,019389	9,9961
0,017643	-9,3212
0,017650	-9,3245
0,001753	-1,0207
-0,065896	34,300
-0,041248	21,4200
-0,187222	97,7135
-0,187221	97,7131
-0,187209	97,7070
-0,187202	97,7031

Знак (-) в таблице соответствует обратному потоку теплоносителя в трубе.

Приложение 2.

Результаты испытаний стенда со встроенным программным продуктом теплосчетчика «Multidata S1»

Реакция ПП теплосчетчика Multidata на входной сиг- нал (кол-во импульсов)	V объем ПП (Multidata), [м ³] Цена импульса – 0.01121
1,00	0,01121
2,00	0,02242
3,00	0,03363
4,00	0,04484
5,00	0,05605
6,00	0,06726
7,00	0,07847
8,00	0,08968
9,00	0,10089
10,00	0,1121

Приложение 3.

Результаты испытаний стенда с автономным программным продуктом «Баррель»

Исходные данные из журнала измерений

Уровень на- полнения, [мм]	Дозовая вме- стимость [л]	Температура жид- кости в резервуаре град С	Температура жидкости в тру- бопроводе град С	Избыточное давлени- е в счетчике жид- кост, кг/см ²
229.1	217.638	10.0	19.5	1.6
274.0	263.443	10.0	19.6	1.6
320.3	309.263	10.0	19.5	1.6
364.2	355.018	10.5	19.4	1.6
409.0	401.135	10.5	19.6	1.5
461.7	453.131	10.5	19.5	1.5
506.2	498.901	10.5	19.5	1.6
551.7	544.658	10.5	19.5	1.6
598.0	590.469	10.5	-1.0	1.5
643.7	636.412	10.5	19.5	1.5
689.3	682.197	10.5	19.6	1.6
733.7	727.907	10.5	19.6	1.5
779.3	773.671	10.5	19.6	1.5
824.5	819.649	11.0	19.7	1.5
871.0	865.51	11.0	19.7	1.5
909.8	905.065	11.0	19.7	1.5
955.0	950.854	11.0	19.5	1.6
1000.0	996.746	11.0	19.8	1.6

Результаты сличения ИП «БАРРЕЛЬ» с тестовой (эталонной) программой.

Уровень на- полнения, см	Дозовая вме- стимость, л (БАРРЕЛЬ)	Дозовая вме- стимость, л (test)	Относительная погрешность, δ %	Коэффициент вместимости, мм/л (БАРРЕЛЬ)	Коэффициент вместимости, мм/л (test)
23	218.556	218.5540	0.0009	1.0202	1.0187
24	228.758	228.7411	0.0073	1.0201	1.0187
25	238.959	238.9281	0.0129	1.0202	1.0187
26	249.161	249.1152	0.0183	1.0202	1.0187
27	259.363	259.3023	0.0234	0.9896	1.0003
28	269.259	269.3059	0.0174	0.9896	0.9881
29	279.155	279.1872	0.0115	0.9897	0.9881
30	289.052	289.0684	0.0057	0.9896	0.9881
31	298.948	298.9498	0.0005	0.9896	0.9881
32	308.844	308.8311	0.0041	1.0423	1.0354
33	319.267	319.1856	0.0255	1.0422	1.0407
34	329.689	329.5927	0.0292	1.0423	1.0407
35	340.112	339.9998	0.0330	1.0422	1.0407
36	350.534	350.4069	0.0362	1.0294	1.0343
37	360.828	360.7500	0.0216	1.0294	1.0278
38	371.122	371.0288	0.0251	1.0293	1.0278
39	381.416	381.3078	0.0283	1.0294	1.0278
40	391.710	391.5867	0.0314	0.9867	1.0235
41	401.577	401.8227	0.0611	0.9866	0.9848
42	411.443	411.6712	0.0554	0.9866	0.9848
43	421.309	421.5199	0.0500	0.9867	0.9848
44	431.176	431.3685	0.0446	0.9866	0.9848

45	441.042	441.2171	0.0396	0.9866	0.9848
46	450.908	451.0658	0.0349	1.0286	1.0182
47	461.194	461.2483	0.0117	1.0285	1.0266
48	471.479	471.5144	0.0075	1.0286	1.0266
49	481.765	481.7806	0.0032	1.0284	1.0266
50	492.050	492.0467	0.0006	1.0057	1.0197
51	502.107	502.2440	0.0272	1.0056	1.0036
52	512.163	512.2806	0.0229	1.0055	1.0036
53	522.219	522.3172	0.0188	1.0057	1.0036
54	532.276	532.3538	0.0146	1.0055	1.0036
55	542.332	542.3904	0.0107	0.9894	0.9938
56	552.226	552.3289	0.0186	0.9894	0.9913
57	562.121	562.2429	0.0216	0.9894	0.9913
58	572.015	572.1568	0.0247	0.9894	0.9913
59	581.910	582.0707	0.0276	1.0053	0.9937
60	591.963	592.0080	0.0075	1.0052	1.0030
61	602.016	602.0385	0.0037	1.0052	1.0030
62	612.069	612.0690	0.0000	1.0053	1.0030
63	622.122	622.0996	0.0036	1.0052	1.0030
64	632.175	632.1301	0.0071	1.0041	1.0022
65	642.216	642.1525	0.0098	1.0041	1.0017
66	652.257	652.1696	0.0134	1.0039	1.0017
67	662.297	662.1867	0.0166	1.0041	1.0017
68	672.338	672.2038	0.0199	1.0294	1.0017
69	682.633	682.2209	0.0604	1.0294	1.0269
70	692.928	692.4900	0.0632	1.0295	1.0269
71	703.223	702.7592	0.0659	1.0294	1.0269
72	713.518	713.0284	0.0686	1.0294	1.0269
73	723.813	723.2975	0.0712	1.0036	1.0113
74	733.849	733.4110	0.0597	1.0036	1.0009
75	743.885	743.4208	0.0624	1.0036	1.0009
76	753.921	753.4306	0.0650	1.0036	1.0009
77	763.958	763.4404	0.0678	1.0172	1.0009
78	774.130	773.4501	0.0879	1.0172	1.0145
79	784.302	783.5954	0.0901	1.0172	1.0145
80	794.474	793.7407	0.0923	1.0172	1.0145
81	804.646	803.8860	0.0945	1.0172	1.0145
82	814.818	814.0312	0.0966	0.9863	0.9995
83	824.681	824.0270	0.0793	0.9862	0.9846
84	834.543	833.8731	0.0803	0.9862	0.9846
85	844.406	843.7193	0.0813	0.9862	0.9846
86	854.268	853.5655	0.0823	0.9862	0.9846
87	864.131	863.4117	0.0833	1.0194	1.0133
88	874.325	873.5451	0.0892	1.0195	1.0165
89	884.520	883.7106	0.0915	1.0195	1.0165
90	894.715	893.8760	0.0938	1.0129	1.0165
91	904.845	904.0414	0.0888	1.0130	1.0101
92	914.975	914.1427	0.0910	1.0130	1.0101
93	925.105	924.2440	0.0931	1.0131	1.0101
94	935.236	934.3453	0.0953	1.0130	1.0101
95	945.366	944.4467	0.0973	1.0198	1.0134
96	955.564	954.5809	0.1029	1.0198	1.0167
97	965.763	964.7481	0.1051	1.0198	1.0167
98	975.961	974.9154	0.1072	1.0198	1.0167
99	986.159	985.0826	0.1092		

Аннотация

В статье изложены результаты аттестации испытательного стенда, предназначенного для тестирования программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем.