

УДК 004

## Разработка программного интерфейса автоматизированного рабочего места для управления рулевым приводом

*Сизов К.С., студент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Системы автоматического управления»*

*Научный руководитель: Жигулевцев Ю.Н., к.т.н, доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

[bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru)

Задачей данной работы является разработка программного интерфейса автоматизированного рабочего места (АРМ) для управления технологическим рулевым приводом на базе четырех рулевых агрегатов РА-46 для управления газовыми рулями (ГР) прямооточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД) в среде LabVIEW.

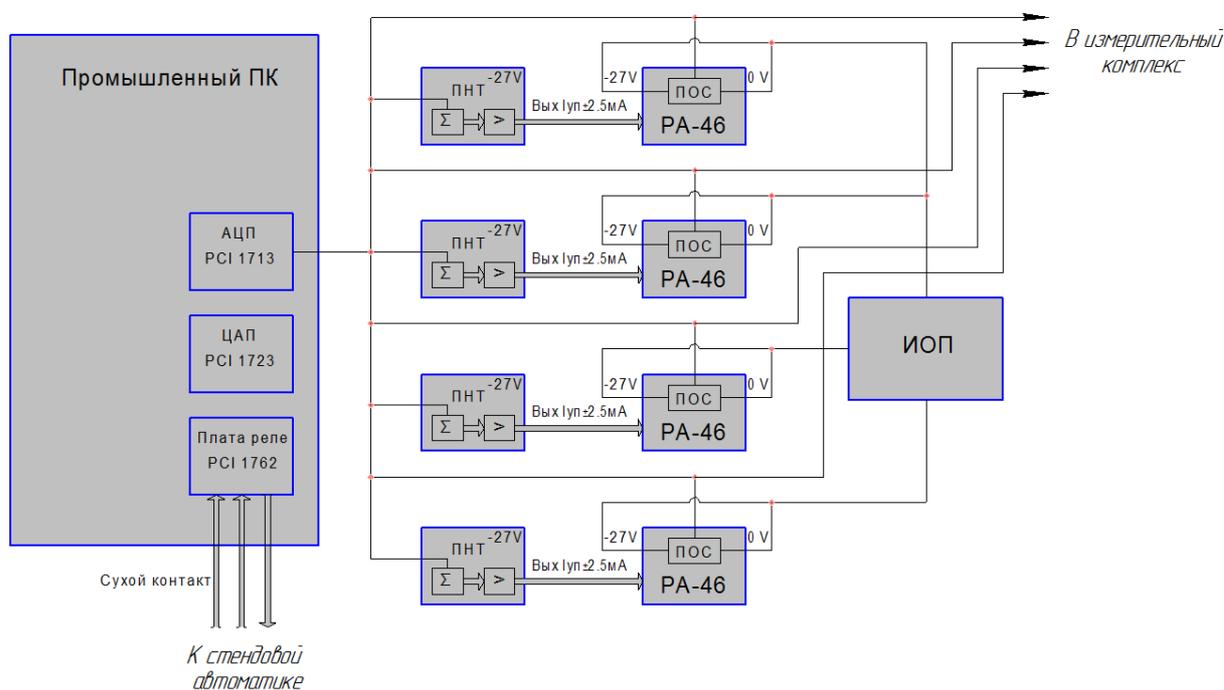


Рис. 1. Структурная схема АРМ

АРМ включает в себя четыре рулевых агрегата РА-46 с потенциометрами обратной связи ПОС-3А, источник опорного питания ИОП, четыре преобразователя напряжения в ток ПНТ и промышленный ПК с платами АЦП РС1-1713, ЦАП РС1-1723, реле РС1-1762.

На рисунке 2 показана схема отклонения газовых рулей на изделии.

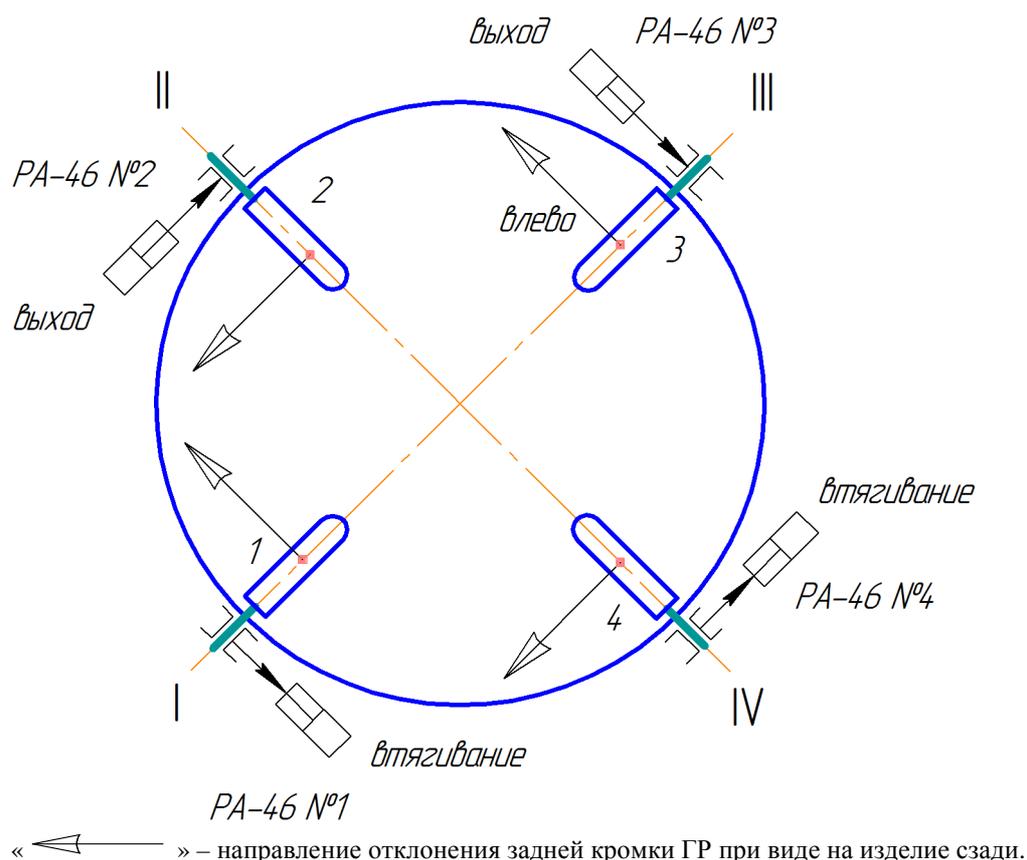


Рис. 2. Направление отклонения ГР при функционировании в штатном режиме

### Разработка интерфейса пользователя АРМ в среде LabVIEW

Для АРМ управления ГР разработаем программный интерфейс пользователя в среде LabVIEW.

Программное обеспечение автоматизированного рабочего места для управления технологическим приводом (ПО АРМ) должно выполнять следующие задачи:

- включение/ выключение прибора управления рулевым приводом;
- предоставлять оператору возможность управления рулевым приводом в ручном и автоматическом режиме;
- режим ручного управления задается параметрами: ход штока / угол отклонения, скорость отклонения;
- обеспечивать формирование циклограмм управления приводом, режим автоматического управления задается параметрами: временные интервалы управления ГР или рулевым приводом, частота качания ГР на каждом из интервалов, амплитуда угла отклонения ГР на каждом из интервалов;

- выдачу команд на исполнение, фиксацию результатов;
- регистрировать значения параметров входного сигнала и значения ПОС-ЗА при испытаниях;
- реализацию графического интерфейса пользователя (ПОГР) (экранные формы);
- представлять данные в реальном времени и в записи;
- формирование файла протокола испытаний (LOG).

Программа LabVIEW называется и является виртуальным прибором (англ. Virtual Instrument) и состоит из двух частей:

- блочной диаграммы, описывающей логику работы виртуального прибора (рис. 3);
- лицевой панели, описывающей внешний интерфейс виртуального прибора (рис. 4, 5).

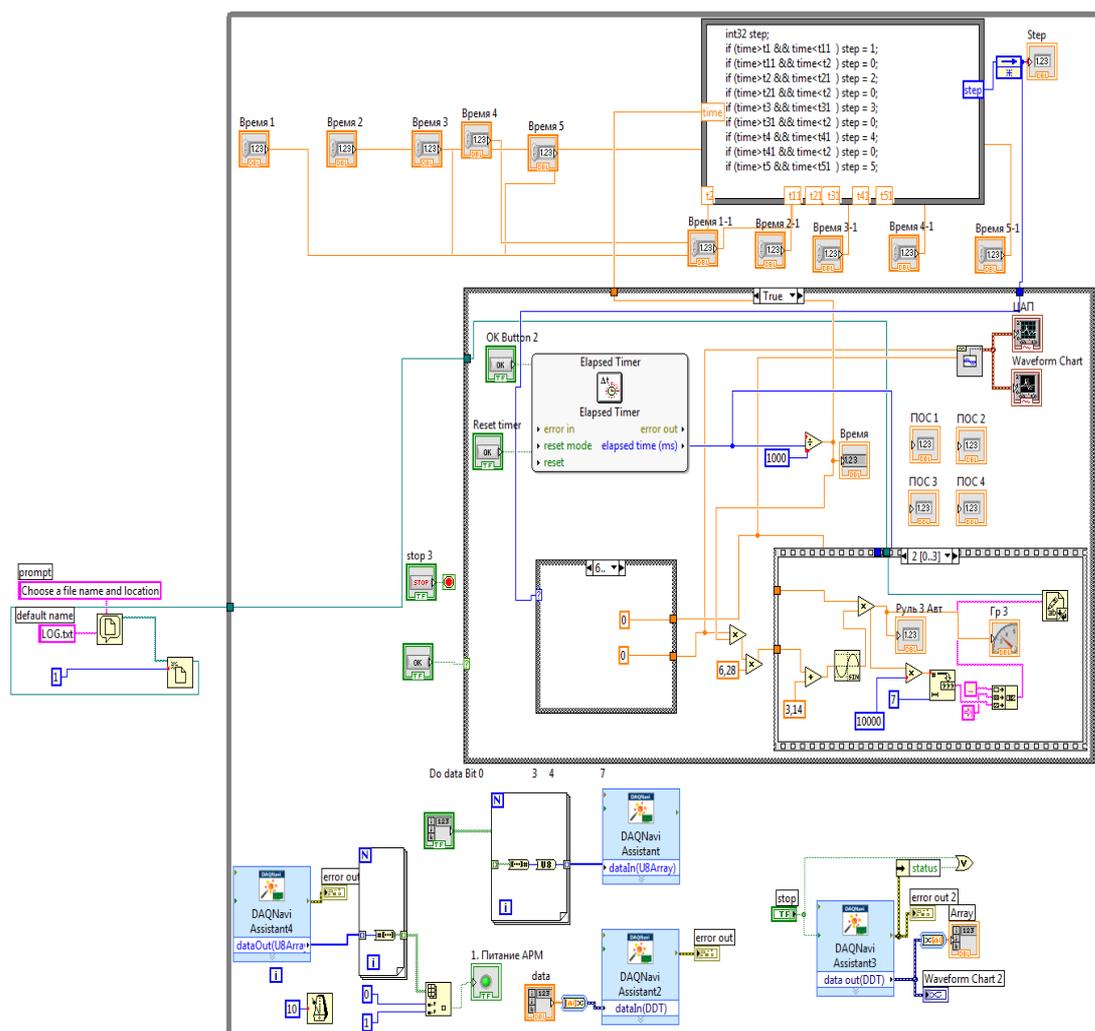


Рис. 3. Блок-диаграмма виртуального прибора

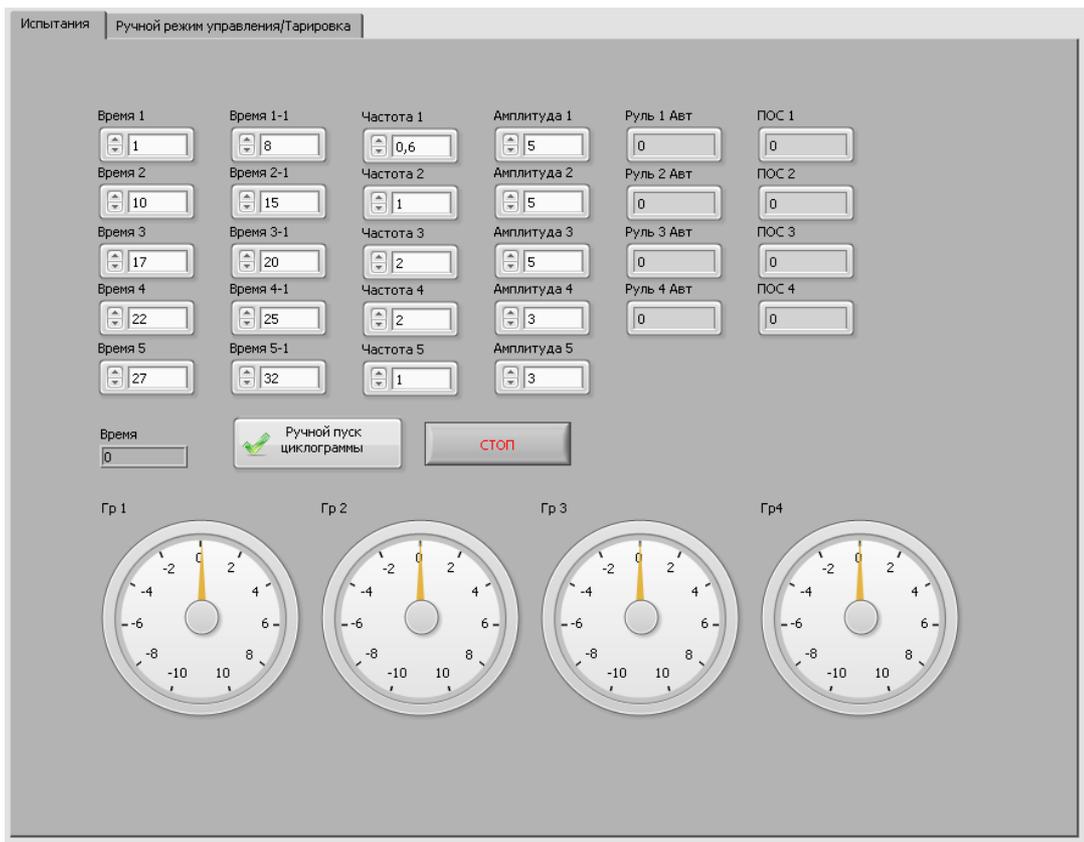


Рис. 4. Лицевая панель виртуального прибора (режим испытаний)

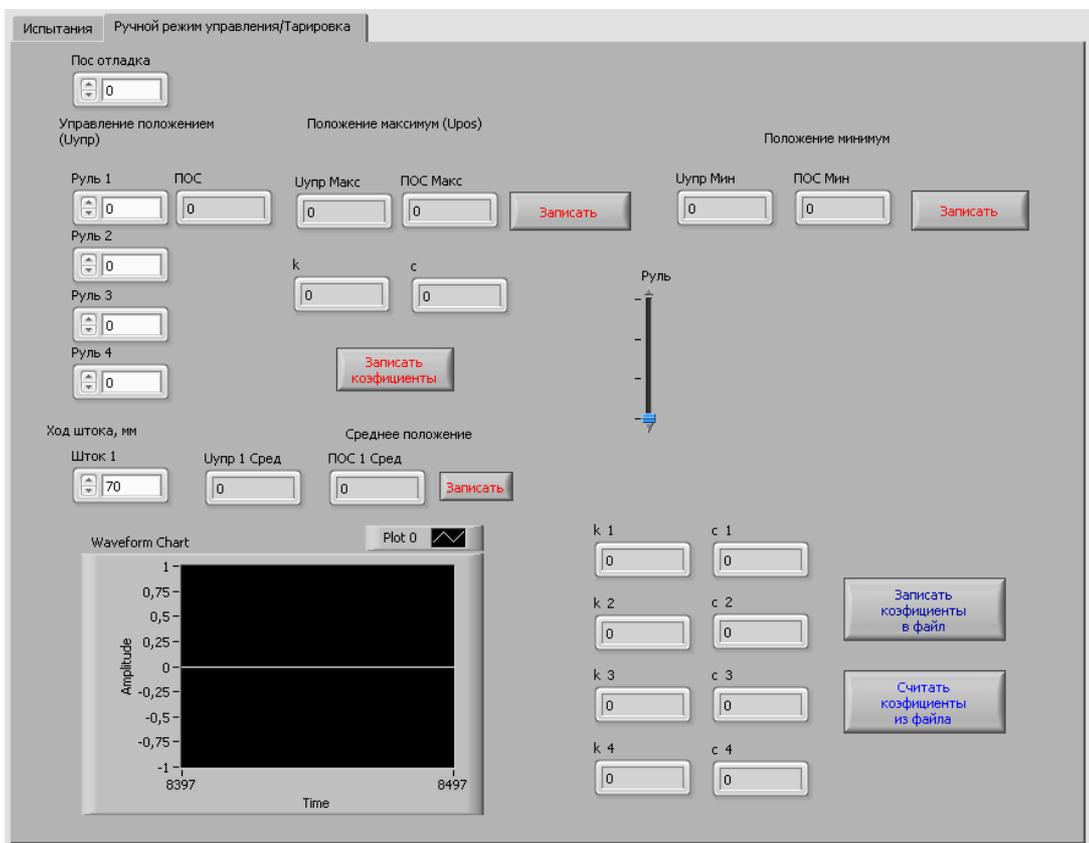


Рис. 5. Лицевая панель виртуального прибора (режим тарировки)

## Запуск ПО АРМ

Управление АРМ в автоматическом режиме происходит по установленному закону, в соответствии с программой испытаний по заранее набранной циклограмме. Параметры циклограммы и управляющего закона устанавливаются в части пульта АРМ, указанной на рисунке 6.

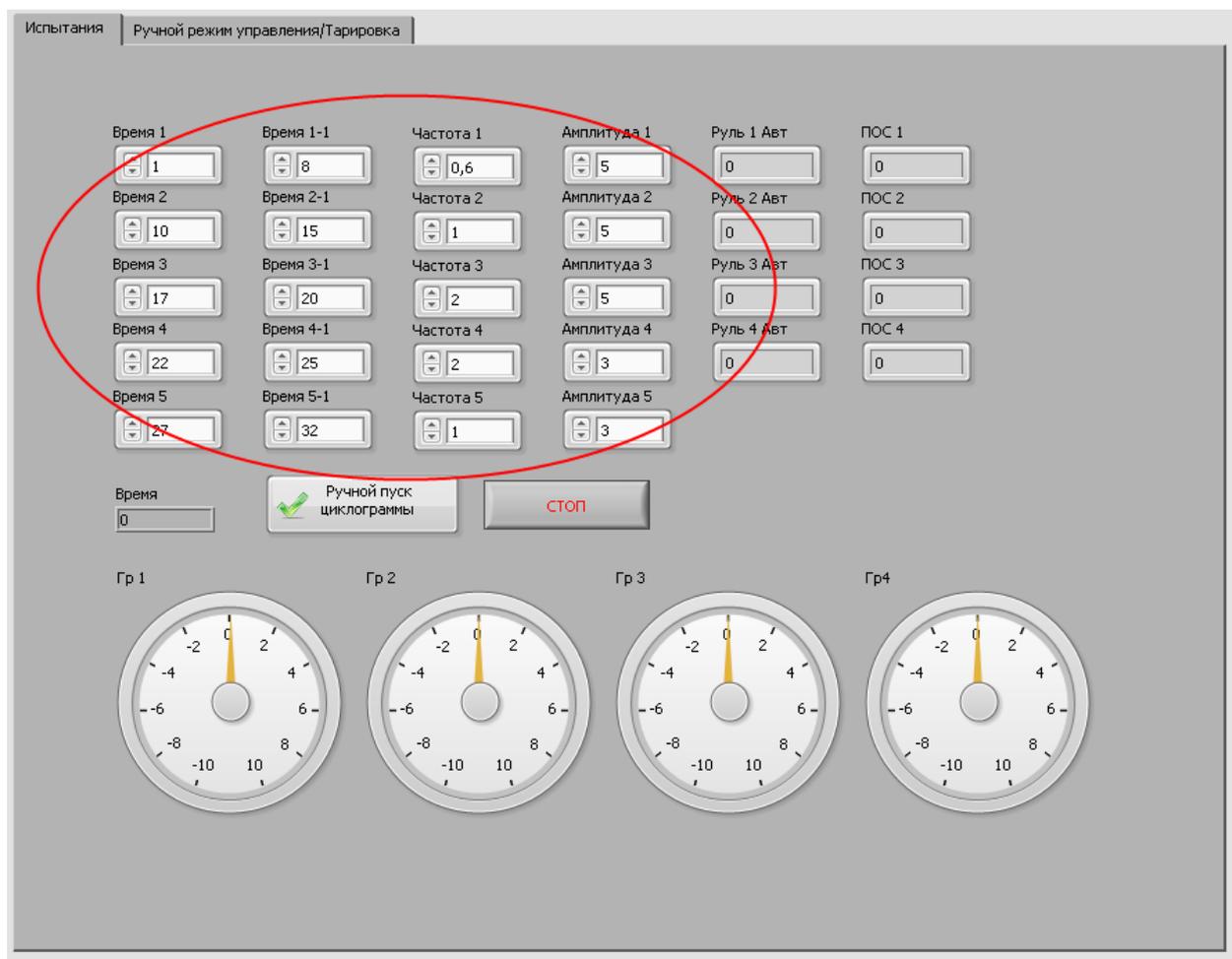


Рис. 6. Запуска АРМ в автоматическом режиме работы

Результаты работы АРМ (временная сетка, соответствующие ей входные сигналы положения рулей и сигналы с датчиков ПОС) отображаются в окне виртуального прибора, а также заносятся в файл «LOG.txt» (рис. 7).

0	0	0	0	-0
38	7198	49494	-7059	-49505
40	7588	49439	-7429	-49451
50	9364	49123	-9286	-49137
60	11208	48737	-11130	-48754
70	13036	48281	-12959	-48302
80	14845	47757	-14769	-47781
90	16633	47166	-16558	-47192
100	18397	46507	-18323	-46536
110	20136	45782	-20063	-45814
120	21845	44993	-21774	-45027
130	23524	44139	-23454	-44176
140	25170	43223	-25101	-43263
150	26779	42245	-26712	-42288
160	28351	41208	-28285	-41233
170	29882	40112	-29818	-40159
180	31371	38959	-31309	-39009
190	32816	37751	-32755	-37803
200	34213	36489	-34155	-36543
210	35563	35175	-35507	-35232
220	36861	33811	-36808	-33870
230	38108	32400	-38056	-32460
240	39300	30942	-39251	-31005
250	40437	29441	-40390	-29505
260	41516	27897	-41472	-27964
270	42536	26315	-42494	-26382
280	43496	24694	-43457	-24763
290	44394	23039	-44357	-23110
300	45229	21351	-45195	-21423
310	46000	19633	-45969	-19706
320	46706	17886	-46677	-17961
330	47345	16115	-47319	-16190
340	47917	14320	-47894	-14397
350	48421	12505	-48401	-12583
360	48856	10673	-48839	-10751
370	49222	8825	-49208	-8904
380	49518	6965	-49507	-7044
390	49744	5095	-49736	-5174
400	49899	3217	-49894	-3297
410	49981	1335	-49981	-1415
420	49997	-548	-49997	469
430	49939	-2431	-49943	2352
440	49810	-4311	-49817	4232
450	49611	-6184	-49621	6105
460	49341	-8049	-49354	7971
470	49002	-9902	-49017	9824
480	48592	-11742	-48611	11664
490	48114	-13564	-48136	13488
500	47568	-15368	-47592	15292
510	46953	-17149	-46981	17074
520	46273	-18906	-46303	18832
530	45526	-20636	-45559	20564
540	44715	-22337	-44751	22266
550	43841	-24007	-43879	23937
560	42904	-25642	-42945	25574
570	41906	-27241	-41950	27174
580	40849	-28801	-40895	28736
590	39734	-30320	-39782	30257
600	38562	-31796	-38613	31735

Рис. 7. Файл «LOG.txt» с результатами работы АРМ

### Результаты отработки АРМ на базе ЭРА

Отработка АРМ проходит с использованием электронных имитаторов рулевых агрегатов ЭРА. Для проверки работы АРМ будем подавать различные сигналы управления на СУ РА, которая будет их преобразовывать, усиливать и передавать на ЭРА. Выходными данными будут являться сигналы ПОС получаемые с имитаторов.

- 1) Сигнал треугольной формы одновременно на 3 канала амплитудой 0,48 В, частотой 1 Гц, длительностью 10 с (планирование) (рис. 8).



Рис. 8. Перемещение рулей при пилообразном сигнале управления

2) Сигнал синусоидальной формы последовательно на каждый канал амплитудой 0,22 В частотой 0,5 Гц в течение 6 с, 1Гц в течение 4 с, 3 Гц в течение 3 с, 5 Гц в течение 2 с с интервалом 0,5 с при нулевом сигнале (АФЧХ) (рис. 9).

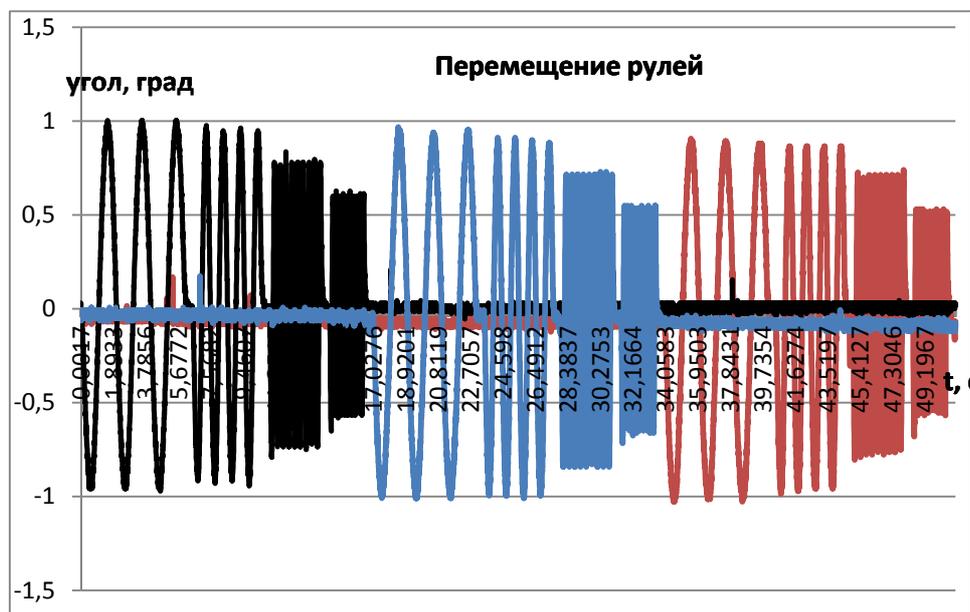


Рис. 9. Перемещение рулей при синусоидальном сигнале управления

3) Ступенчатый сигнал положительной и отрицательной полярности последовательно на каждый канал амплитудой 1 В, длительностью 3 с с интервалом 0,5 с при нулевом сигнале (рис. 10).

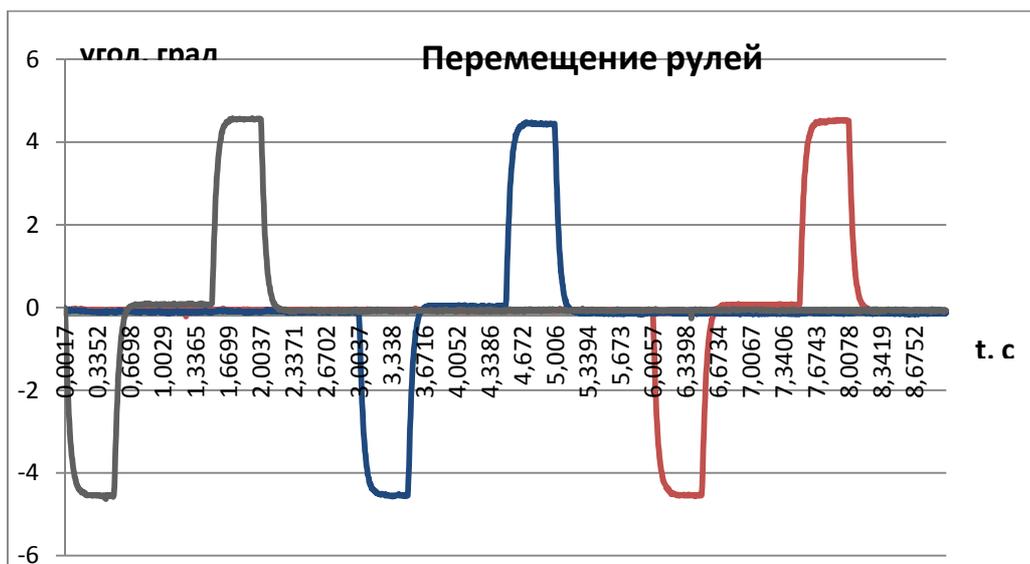


Рис. 10. Перемещение рулей при ступенчатом сигнале управления

### **Выводы по проделанной работе**

В ходе данной работы был рассмотрен стенд полунатурного моделирования АРМ управления ГР. Был разработан программный интерфейс пользователя АРМ, для этого использовалась среда LabVIEW. Был собран и отлажен стенд. Испытания АРМ проходили с применением ЭРА и виртуального прибора созданного в среде LabVIEW. Результаты моделирования удовлетворительны. АРМ и ПО АРМ готово к работе и соответствует заявленным требованиям.

В дальнейшем планируется усовершенствование стенда путём расширения функционала и редактирования ПО АРМ. В будущем предполагается проведения испытаний АРМ с применением реальных РА, для получения результатов, наиболее приближенных к реальным условиям функционирования изделия.

### **Список литературы**

1. Симоньянц Р.П., Суханов Э.Д., Туманов А.В. Системы управления крылатых ракет. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 96 с.
2. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива: учебник для машиностроительных вузов. М.: Машиностроение, 1987. 328 с.: ил.
3. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. М: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.: ил.
4. Тревис Д. LabVIEW для всех. М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. 544 с.: ил.