

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
«СИГНАЛ»

РЕФЕРАТ-ПРЕЗЕНТАЦИЯ

**«РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ, МНОГОКАНАЛЬ-
НЫХ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ, ЦИФРОВЫХ ЭГП ДЛЯ НАЗЕМНЫХ
КОМПЛЕКСОВ РСЗО»**

**(РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ПО ТЕМАМ «УРАГАН-1М», «ТОСОЧКА»,
«ЗЕМЛЕДЕЛИЕ-И», «БАЗА-РСЗО»)**

Авторы работы:

- Судариков Егор Сергеевич, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал», начальник сектора, (нумерованный список);
- Кащеев Борис Леонидович, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал», слесарь механосборочных работ;
- Коробов Дмитрий Николаевич, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал», ведущий инженер-исследователь;
- Лазуткин Владимир Александрович, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал», ведущий инженер-исследователь;
- Мусатов Роман Львович, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал», начальник сектора.

АО «ВНИИ «Сигнал» выдвигает на соискание премии С.И. Мосина в области разработки ВТ, технологии и оборудования, имеющих двойное применение, работу «Разработка и внедрение современных, многоканальных, автоматизированных, цифровых ЭГП для наземных комплексов РСЗО».

Выдвигаемая на соискание премии работа представляет результаты разработки, модернизации, изготовления, обслуживания гаммы приводов наведения и стабилизации для комплексов вооружения разработки АО «НПО «СПЛАВ им. А.Н. Ганичева»:

- системы наведения и стабилизации вооружения, приводы управления дополнительными устройствами реактивных систем залпового огня («Ураган-1М», «База-РСЗО»);

- приводы управления вооружения и дополнительными устройствами боевой машины дистанционного минирования («Земледелие-И»);

- приводы управления вооружения и дополнительными устройствами боевой машины тяжелой огневой системы («Тосочка»).

Одним из важнейших показателей боевой эффективности комплексов вооружения, в том числе РСЗО и БМ различных родов войск является быстрая реакция на поставленную задачу, высокие точность и кучность залпа.

Эти показатели в большей степени зависят от характеристик приводов наведения и стабилизации вооружения, таких как: точность наведения, диапазон регулируемых скоростей, значения максимальных развиваемых скоростей и ускорений. Поэтому для большинства современных комплексов вооружения одна из важнейших задач – создание быстродействующих приводов наведения и стабилизации с широким диапазоном регулирования скорости при высокой точности наведения.

Система следящих приводов наведения и поддомкрачивания для РСЗО («Ураган-1М»)

Система следящих приводов наведения и поддомкрачивания предназначена для управления перемещением направляющих с транспортно-пусковым контейнером на заданную линию прицеливания в двух плоскостях, демпфирования возмущений от воздействия газовой струи при сходе снаряда и управления гидродомкратами боевой машины. Система следящих приводов наведения и поддомкрачивания

относится к электрогидравлическим системам наведения и стабилизации с объемно-дрессельным регулированием (Рисунок 1).



Рис. 1 – Перечень приборов системы следящих приводов наведения и поддомкрачивания.

Основные технические характеристики системы следящих приводов наведения и поддомкрачивания:

- наведение в двух плоскостях с максимальной скоростью не менее $3^\circ/\text{с}$, минимальной – не более $0,1^\circ/\text{с}$ и с точностью $0,5\text{мрад}$;
- отработка возмущений при пусках РС с обеспечением к моменту следующего схода ошибки не более $2-4\text{ мрад (д.у.)}$; При этом угловая скорость колебаний системы по всем осям при сходе РС не должна превышать $\pm 0,08\text{ рад/с}$, а углы отклонения должны быть не более $0,002\text{ рад}$.
- управление гидродомкратами в автономном режиме (время перемещения не более 20с).

Необходимость в стабилизации ТПК вызвана тем, что при пуске ракет (особенно при пуске серии ракет с высоким темпом) на пусковую установку и корпус воздействуют импульсные моменты, вызывающие колебания корпуса, и, как следствие, недопустимое рассеивание ракет. Высокий темп пусков (менее 2 с) и большие возмущения требуют от приводов высокого быстродействия, большой жесткости и хорошего демпфирования. При столь малом времени между двумя пусками

собственный переходный процесс, вызванный сходом ракеты, должен полностью затухать к следующему пуску во избежание резонансных явлений.

Следует отметить, что ТПК, как объект стабилизации, имеет переменный момент инерции (расход ракет), изменяющийся в очень больших пределах (в 4 – 5 раз), а также значительную и также переменную статическую и динамическую неуравновешенность, что усугубляет проблему стабилизации. Изменяющийся в процессе пусков момент инерции и неуравновешенность приводят к нарушению настройки приводов и необходимости ее автоматической коррекции

Выбор дроссельных приводов, работающих от сети постоянного давления был обусловлен тем, что такие привода, обладая более широкой полосой пропускания, способны обеспечить большую по сравнению с приводами других типов точность стабилизации в оговоренных выше условиях.

В настоящее время ОКР по разработке ССПП для изделия «Ураган 1М» завершен с положительным результатом. Конструкторская документация имеет литеру «О₁».

Система силовых приводов и поддомкращивания изделия МО.1.18.01 («Тосочка»)

Система силовых приводов и поддомкращивания изделия (ССПП) «Тосочка» является многоканальной электрогидравлической системой дроссельного регулирования с цифровым управлением, в которой в качестве основного источника гидравлической энергии используется аксиально-плунжерный насос, а в качестве элемента управляющего потоком рабочей жидкости по каждому каналу используются двухкаскадные гидроусилители с электрической обратной связью по положению золотника и клапаном давления (LS-клапан) конструктивно объединённые в единый блок гидрораспределителей.

Основными задачами ССПП являются:

- полуавтоматическое и автоматическое наведение по азимуту вращающейся части (ВЧ) и углу возвышения качающейся части (КЧ) пакета направляющих изделия МО.1.18.01;

- полуавтоматическое и автоматическое управление приводами ВЧ и КЧ при совместной работе с устройством зарядания/разрядания изделия МО.1.18.01;

- резервное управление приводами ССПП при работе изделия от вторичного источника электропитания изделия МО.1.18.01.

Приборный состав ССПП изделия МО.1.18.01 приведен на рисунке 2.

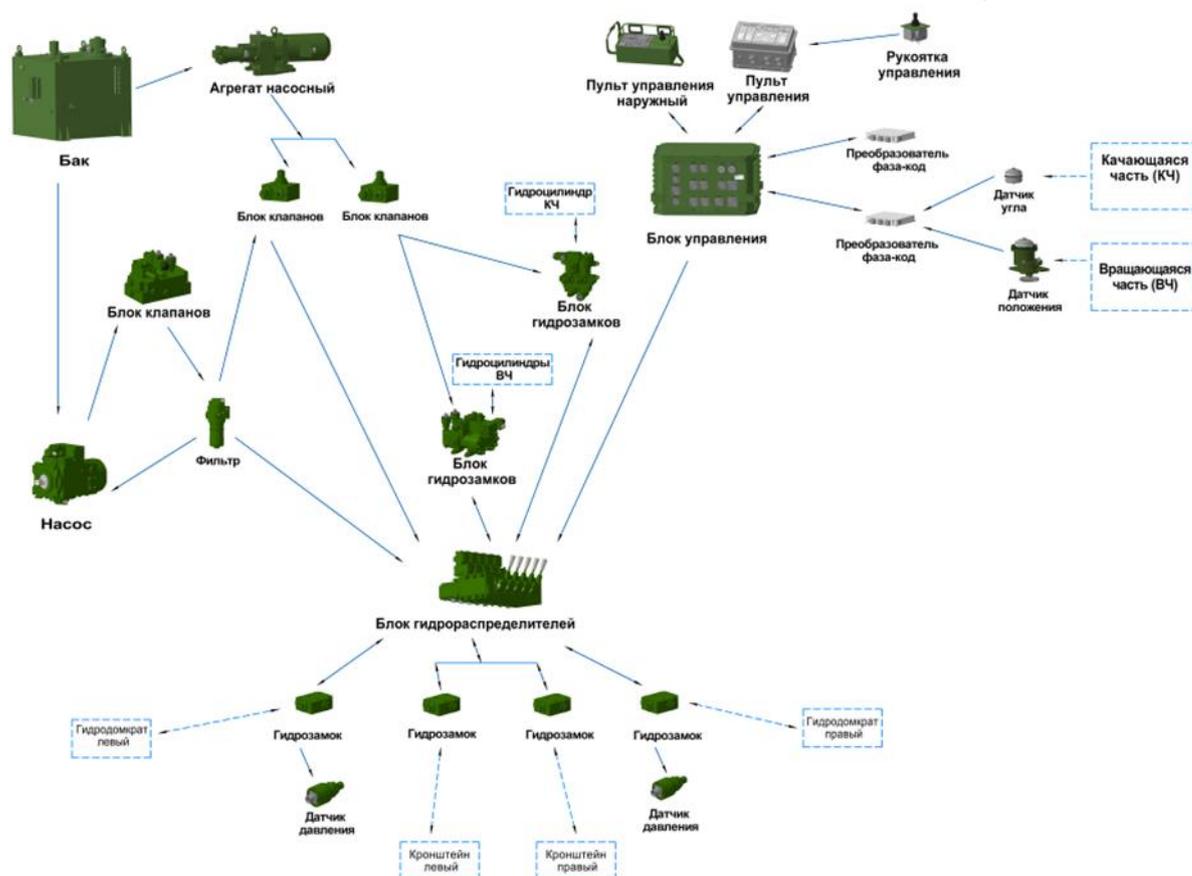


Рис. 2 - Приборный состав ССПП изделия МО.1.18.01.

Система наведения для ИСДМ («Земледелие-И»)

В интересах инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации в 2014 году АО «ВНИИ «Сигнал» было поручено разработать механизмы наведения боевой машины МН БМ для инженерной системы дистанционного минирования.

МН БМ представляет комплекс систем и приводов, разработанных и изготовленных АО "ВНИИ "Сигнал" для осуществления наведения транспортно-пусковых контейнеров (ТПК) и энергообеспечения подсистем БМ:

- электрогидравлический привод опорных гидродомкратов;
- электрогидравлические привод вращающейся части (ВЧ);
- электрогидравлические приводы качающейся части (КЧ);
- механизмы стопорения ТПК и артиллерийской части (АЧ);
- электросистема вспомогательного энергообеспечения.

МН БМ функционируют в одном из режимов:

- «Автоматический»;
- «Полуавтоматический»;
- «Внешнее управление»;
- «Ручное управление».

При создании МН БМ был решен ряд сложных технических задач, в частности решена задача автоматического наведения КЧ и ВЧ с ошибкой $0 \pm 0,5$ д.у., автоматического приведения в походное и рабочее положение, решена задача оптимизации усилий при подходе КЧ и ВЧ к предельным углам подъема и поворота, тепловых режимов аппаратуры, устойчивой работы системы в условиях низких температур, обеспечены режимы ручного приведения МН БМ в походное положение и энергоснабжение подсистем БМ от дизельного электроагрегата с блоком дистанционного управления, что повысило живучесть БМ в целом.

Решена задача по определению исходного положения исполнительных механизмов стопорения ТПК от дежурного электропитания. Обеспечены выполнения требования по эргономике и технической эстетике, а также решены вопросы по увеличению уровня безопасности эксплуатирующего персонала и техники безопасности в целом.

В ходе проведения работ по разработке МН БМ были разработаны и впервые внедрены в массовое производство АО «ВНИИ «Сигнал» быстродействующие секционные пропорциональных гидрораспределителей с LS-регулированием.

С 2019 года АО «ВНИИ «Сигнал» осуществляет серийное производство МН БМ для комплектования ИСДМ БМ.

С учетом постоянного развития техники и совершенствования научно производственного потенциала АО «ВНИИ «Сигнал» выработаны предложения по модернизации существующих МН БМ в рамках государственной программы модернизации вооружения и военной техники. Участие в международном военно-техническом форуме «Армия» показывает высокую заинтересованность в БМ со стороны инозаказчиков.

Система наведения для РСЗО («База-РСЗО»)

В начале 80-х годов АО «ВНИИ «Сигнал» была поручена разработка приводов наведения и домкратов 9П-616 для самой могущественной РСЗО в мире – БМ РСЗО «Смерч».

Попытка заимствовать для нового комплекса «База-РСЗО» привода 9П616 показала, что существующий привод не обеспечивает требуемых показателей современной военной техники.

Основными недостатками приводов 9П616 изделия 9А54 является малая скорость наведения пакета направляющих в плоскости КЧ, которая приводит к задержке выполнения циклограммы работы с УРС, устаревшая элементная база, сложность сопряжения и настройки взаимодействия с современными система управления наведения, использующих цифровые интерфейсы взаимодействия с исполнительными подсистемами.

Малая скорость перемещения электрических домкратов приводит к длительному выполнению команд «Поход» и «Работа».

В 2018 году АО «ВНИИ «Сигнал» было поручено провести модернизацию существующих приводов 9П616 в рамках СЧ ОКР «База-РСЗО». На этапе технического проектирования были проработаны пути модернизации существующего привода и в результате было принято решение о разработке нового силового привода, используя наработки и технические решения созданные при разработке МН БМ.

Для обеспечения заданных требований была установлена целесообразность использования гидравлической схемы объемного - дроссельного регулирования.

Для управления исполнительными механизмами применен секционный гидрораспределитель с быстродействующим гидроусилителем первого каскада, для ручного управления используются рукоятки осуществляющие перемещение золотника второго каскада. В качестве насоса использована аксиально-поршневая гидромашина с наклонным диском.

Данные мероприятия позволили существенно улучшить тактико-технические характеристики БМ изделия 9А54-1 и обеспечить модернизационный потенциал изделия в целом.

Т а б л и ц а – сравнительные характеристики приводов

Наименование	9П616	СП БМ
	Значение и допуск	Значение и допуск
1 Время готовности, с	3–5	2
2 Время полного поддомкрачивания, с, не более	115	12
3 Время одновременного поддомкрачивания, с, не более	20 ⁺²	2 ⁺²
4 Углы наведения: - по азимуту, град. - по углу места, град.	±30 ⁺² От минус 1,5 до 55 ⁺²	±30 ⁺² От минус 1,5 до 55 ⁺²
5 Время подъема КЧ на угол 15°, с, не более	10	6
6 Время подъема КЧ с 15° до 55 ^{+2°} с остаточной ошибкой не более 16 д.у., с, не более	18	10
7 Время поворота ВЧ с начального угла (про- дольная ось машины) на угол 30°, с, не более	10	8
8 Время приведения КЧ к исходному положе- нию с угла 55°, с, не более	32	8
9 Время приведения ВЧ к исходному положе- нию с угла 30°, с, не более	20	15
10 Скорость ВЧ,... °/с: - максимальная, не менее - минимальная, не более	3 0,1	4 0,1
11 Скорость КЧ,... °/с: - максимальная, не менее - минимальная, не более	2 0,1	5 0,05
12 Погрешность обеспечения соосности лотка ТЗМ и КЧ: - по азимуту, д.у., не более - по углу места, д.у., не более	3 3	1 1

В рекордно короткие сроки (6 месяцев) были изготовлены опытные образцы СП БМ и уже в 2020 году осуществлена поставка СП БМ на сборку в изделие 9А54-1. Во второй половине 2020 года успешно проведены пусконаладочные работы СП БМ в составе БМ, в ходе которых были подтверждены высокие технические характеристики приводов, в том числе выполнение циклограмм боевой работы с существенным временным запасом. В настоящий момент БМ 9А54-1 проходит предварительные испытания, однако проведенные работы уже доказали возможность использования данной концепции приводов в других изделиях, где имеется потребность в высокой динамике перемещения объектов, имеющих большой момент неуравновешенности.

При создании приводов наведения и стабилизации коллективом разработчиков под руководством и с участием авторского коллектива внедрен целый ряд оригинальных и перспективных решений и защищены патентами, в том числе:

- обеспечение работы приводов с отбором мощности непосредственно от вала отбора мощности маршевого двигателя шасси, что исключает необходимость использования мощной системы электропитания;

- создание приводов на основе объемно-дрессельного принципа управления, что позволяет повысить их быстродействие и управления несколькими исполнительными устройствами различного типа используя один источник гидравлической энергии;

- разработки микропроцессорных систем и использованием цифровых интерфейсов позволяющих сократить количество физических связей, облегчить процесс тестирования и отладки привода;

- разработка мехатронных модулей секционного типа позволяющих обеспечить высокую надежность приводов в целом, высокую ремонтпригодность, взаимозаменяемость, самодиагностику и поиск неисправностей.

Внедрение перечисленных предложений позволило создать приводы, соответствующие мировым аналогам, а по некоторым параметрам значительно превосходящие их.

Разработки авторов представляемой работы защищены патентами на изобретение, а БМ в которых установлены приводы наведения и стабилизации разработки

АО «ВНИИ «Сигнал» регулярно участвуют в Параде победы и международном военно-техническом форуме «Армия».

Все соискатели являются подлинными авторами описываемых ниже разработок. Авторы являются высококвалифицированными специалистами, пользуются уважением и признанием головных предприятий, смежников.