

Сафронов Денис Вадимович, инженер исследователь 1 категории, [kbkedr@tula.net](mailto:kbkedr@tula.net), Россия, Тула, АО «КБП»

**DEVELOPMENT OF THE COMPLEX MODELLING STAND FOR WORKING OFF  
OF THE SPECIAL SOFTWARE**

*Y.B. Podchufarov, P.S. Goliudov, D.V. Safronov*

*In article options of realization of the complex modeling stand for check and debugging of software products at a stage of their development are considered.*

*Key words: the complex modeling stand, the special software, program simulators, information exchange.*

*Podchufarov Iuriy Borisovich, doctor of technical sciences, professor, head of department, [kbkedr@tula.net](mailto:kbkedr@tula.net), Russia, Tula, JSC «KBP»,*

*Goliudov Pavel Sergeyevich, candidate of technical sciences, head of department, [kbkedr@tula.net](mailto:kbkedr@tula.net), Russia, Tula, JSC «KBP»,*

*Safronov Denis Vadimovich, research engineer of 1 category, [kbkedr@tula.net](mailto:kbkedr@tula.net), Russia, Tula, JSC «KBP»*

УДК 621.453/457

**НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ДАЛЬНОСТИ СТРЕЛЬБЫ  
УПРАВЛЯЕМЫХ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ОГНЯ**

В.С. Асташов, С.Н. Грушичев, А.С. Иванов, А.А. Поляков

*Определены технические задачи, решение которых необходимо для создания новых управляемых реактивных снарядов (УРС), обеспечивающих повышение точности и дальности стрельбы существующих образцов. Анализируется существующий подход к выбору рациональных параметров конструкции УРС. Описана конструкция составных частей снаряда, их принцип работы. Приведены и обоснованы конструктивные преимущества вновь создаваемого блока системы управления (БСУ) перед существующими аналогами.*

*Ключевые слова: реактивный снаряд, система управления, ракетный двигатель, РСЗО, боевая машина, блок системы управления.*

Разнообразие целевых задач, решаемых войсками в период боевых действий, совершенствование средств противоракетной обороны противника, а также изменение военной доктрины ведущих мировых держав требуют постоянного повышения боевых качеств реактивных систем залпового огня (РСЗО).

Важным и актуальным направлением повышения эффективности действия РСЗО у цели является модернизация снарядов, направленная на повышение дальности и точности стрельбы. В перспективных отечественных РСЗО такой подход был реализован за счёт использования в реактивных снарядах (РС) системы управления (СУ), построенной на базе бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), которая комплексирована с бортовой аппаратурой потребителей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), обеспечивающей управление движением РС на всей траектории полета. При этом были сохранены габаритно-массовые характеристики РС и внутривзрывные характеристики ракетной части (РЧ).

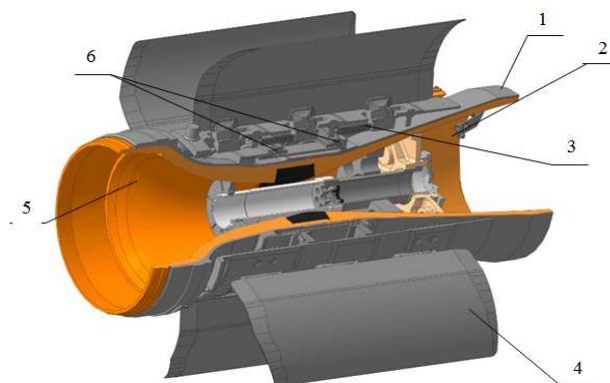
Теоретический анализ и опыт конструкторской отработки при создании перспективных УРС для РСЗО позволяет утверждать, что дальнейшее существенное улучшение характеристик дальности и точности стрельбы может быть обеспечено посредством модернизации РЧ и БСУ.

Как известно, основными конструктивными элементами традиционной РЧ является двигатель и блок стабилизаторов (БС). При этом в большинстве практических разработок РС используют РД на твердом топливе. Он по сравнению с другими двигателями (жидкостным ракетным двигателем и гибридным ракетным двигателем) имеет простое устройство. Размещение твердого топлива в камере сгорания позволяет исключить из конструкции двигателя топливные баки, трубопроводы, систему подачи и упростить использование стартового оборудования. Одновременно несомненным достоинством РДТТ является технологичность конструкции, низкая стоимость изготовления, постоянная готовность к пуску, возможность длительного хранения на складе и в полевых условиях. При этом, в зависимости от назначения двигательной установки (ДУ), особенностей компоновки РС, требований по ограничению его габаритов и учета заданного режима изменения тяги используются различные конструктивные схемы РДТТ.

Практическая реализация конструктивных схем ДУ в конструкции перспективных УРС РСЗО показывает, что в существующих габаритах обеспечивается максимально возможная дальность, достигаемая одновременно с применением СУ и возможностью подпланирования снаряда на пассивном участке траектории. Поэтому дальнейшее совершенствование РСЗО связано с использованием многорежимных двигательных установок и возможностью проектирования и применения прямоточных ракетных двигателей.

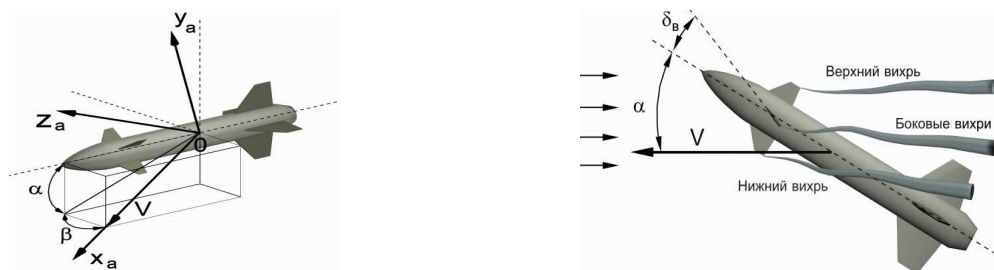
Учитывая сложность отработки конструкции прямоточного РД, целесообразно, в первую очередь, рассмотреть перспективность практического использования двухрежимного двигателя. Такой подход обеспечивает возможность получения существенного прироста дальности стрельбы как за счет работы двигателя с временной паузой, так и сохранения минимальной дальности на уровне перспективных РСЗО при функционировании двигателя с задействованием только первого режима.

Одновременно, для повышения устойчивости движения на траектории, снаряд снабжен блоком стабилизаторов (рис. 1), обладающим возможностью проворота относительно продольной оси траектории движения. Он включает в себя корпус 1, пружины 3, лопасти аэродинамических стабилизаторов 4, подшипники 6, входной 5 и выходной конус 2. Размещение подшипников реализовано на одной базе. Это позволяет обеспечить постоянную величину соосности колец подшипников и при окончательной сборке блока компенсировать моменты трения. Реализация такого конструктивного подхода позволит компенсировать моменты крена, создаваемые стоком потока с передних поверхностей снаряда.



**Рис. 1. Конструктивно-компоновочная схема проворачивающегося блока стабилизаторов**

Практическое использование проворачивающегося БС обеспечивает управляемость в канале крена УРС, выполненного по аэродинамической схеме «утка». Такой БС компенсирует потерю точности наведения снаряда из за несимметричного стока потока с передних поверхностей снаряда, зависящих от углов атаки  $\alpha$ , скольжения  $\beta$ , отклонения органов управления  $\delta_B$ ,  $\delta_H$  (рис. 3).

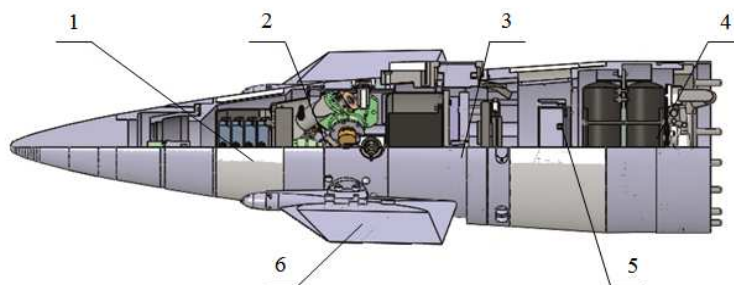


**Рис. 2. Скоростная система координат и схемы вихрей набегающего потока при  $\alpha \neq 0$ ,  $\delta_B \neq 0$ ,  $\delta_H \neq 0$ ,  $\beta = 0$**

Инженерная практика показывает, что увеличение дальности стрельбы требует повышения точности стрельбы и применения высокоточных СУ. По принципу действия они разделяются на автономные, гироскопические, инерциальные, астронавигационные и комбинированные.

Наибольшее практическое применение среди разработок для РС РСЗО нашли системы управления, построенные на базе бесплатформенной инерциальной навигационной системы. Они дают полную информацию о навигационных параметрах движения снаряда – углах курса, тангажа, крена, о значениях ускорения, скорости движения и координат, имеют сравнительно малые габаритные характеристики и позволяют обеспечить рациональную компоновку разрабатываемого снаряда в заданных калибрах. При этом они почти автономны и требуют минимум внешней информации.

На рис. 3 изображена конструктивно-компоновочная схема БСУ, размещённого в передней части УРС и состоящего из блока управления приводами 1, блока рулевых приводов 2, инерциальной системы управления 3, источника тока с термохимическими батареями 4, аэродинамических рулей 6, бортовой аппаратуры потребителя глобальных навигационных спутниковых систем 5. На практике модернизированный блок системы управления на основе бесплатформенной инерциальной навигационной системы с лазерным гироскопом в качестве датчика угловых скоростей представляет собой конструктивно и функционально законченный узел. Он включает в себя инерциальную систему управления, компенсированную помехозащищенной бортовой аппаратурой потребителей (БАП) ГНСС, принимающей сигналы навигационных спутников в двух диапазонах (вместо одного) и передающей информацию на блок приемовычислителя. При этом, главный распределитель подает команду на аэродинамические органы управления и через блок управления приводами электропитание поступает на всей траектории полета от источника тока с термохимическими батареями. Данная конструкция свободно размещается в носовой части УРС в виде отдельного блока системы.



**Рис. 3. Конструктивно-компоновочная схема блока системы управления УРС**

За счет применения современной элементной базы, в модернизированном БСУ возможна реализация новых алгоритмов формирования траекторий, стабилизации и наведения для устойчивого полета снаряда, которые обеспечивают требуемый диапазон дальностей и точности стрельбы. Возможно так же более компактное размещение составных частей БСУ, что позволит изменить геометрическую форму обтекателя, обеспечить меньшее лобовое сопротивление и повысить дальность полета снаряда.

Таким образом, в результате выполнения исследовательской работы проведена оценка возможности использования модернизированных составных частей в перспективном УРС РСЗО, способных на текущий момент обеспечить существенную прибавку к дальности и точности стрельбы РСЗО.

Исполнение ракетной части в составе двухрежимного двигателя, включающего проворачивающийся блок стабилизатора, в сочетании с работой инерциальной системы управления, позволяет получить не только значительный прирост к дальности стрельбы в 1,5-1,7 раза, но и делает возможным поражение малоразмерных точечных целей с точностью не ниже, чем у оперативно-тактического вооружения. Как показывает предварительная оценка в этом случае реализуется более выгодное соотношение цена-эффективность, что снижает материальные затраты на решение боевой задачи.

Компоновка блока системы управления на основе бесплатформенной инерциальной навигационной системы с использованием новых алгоритмов формирования траекторий, стабилизации и наведения позволяет обеспечить управление снаряда на всей траектории полета и повысить точность доставки боеприпаса в цель.

Повышение точности стрельбы в 3-7 раз (в зависимости от условий боевого применения) обеспечивается путем совершенствования аппаратуры потребителей глобальных навигационных систем, способной принимать сигналы спутников в нескольких диапазонах частот, вместо одного.

### Список литературы

1. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного артиллерийского и ракетного оружия. Часть 2. Физические основы устройства и функционирования ракетного оружия: учебник для вузов / [Буланов И.М. и др.]; под ред. проф. В.В. Ветрова и проф. В.П. Строгалева. Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. 784 с.
2. Беспилотные летательные аппараты / Под ред. Л.С. Чернобровкина. М.: Машиностроение, 1967. 440 с.
3. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973. 616 с.
4. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / [П.П. Афанасьев и др.]; под ред. Голубева И.С., Туркина И.К. Изд. Второе, переработанное и дополненное. М., 2008. 656 с.
5. Оборонная техника: сборник / под ред. И.Б. Гаривадского. М.: НТЦ «Информтехника», 2005. 126 с.

*Асташов Владислав Сергеевич, инженер – конструктор 3 категории, [astashov-92@mail.ru](mailto:astashov-92@mail.ru), Россия, Тула, АО «НПО «СПЛАВ» им. А.Н. Ганичева»,*

*Грушичев Сергей Николаевич, ведущий инженер – конструктор, [astashov-92@mail.ru](mailto:astashov-92@mail.ru), Россия, Тула, АО «НПО «СПЛАВ» им. А.Н. Ганичева»,*

*Иванов Алексей Сергеевич, инженер – конструктор 1 категории, [astashov-92@mail.ru](mailto:astashov-92@mail.ru), Россия, Тула, АО «КБП»,*

*Поляков Александр Алексеевич, инженер, [sashka.poliackov@yandex.ru](mailto:sashka.poliackov@yandex.ru), Россия, Тула, АО «НПО «СПЛАВ» им. А.Н. Ганичева»*

---

**DIRECTIONS FOR IMPROVING THE ACCURACY AND FIRING RANGE  
OF GUIDED MISSILES MULTIPLE LAUNCH ROCKET SYSTEMS**

V.S. Astashov, S.N. Grushichev, A.S. Ivanov, A.A. Polyakov

*The technical problems that need to be solved in order to create new guided missiles (URS) that provide an increase in the accuracy and firing range of existing samples are identified. The existing approach to the choice of rational parameters of the URS design is analyzed. The design of the components of the projectile and their principle of operation are described and justifies the design advantages of the newly created control system unit (BSU) over existing analogues.*

*Key words: rocket projectile, control system, rocket engine, MLRS, combat vehicle, control system unit.*

*Astahov Vladislav Sergeevich, design engineer III category, [astashov-92@mail.ru](mailto:astashov-92@mail.ru), Russia, Tula, JSC «SPLAV Scientific and Production Association» named after A. Ganichev»,*

*Grushichev Sergey Nikolaevich, lead design engineer, [max0594@yandex.ru](mailto:max0594@yandex.ru), Russia, Tula, JSC «SPLAV Scientific and Production Association» named after A. Ganichev»,*

*Ivanov Aleksey Sergeevich, design engineer I category, [max0594@yandex.ru](mailto:max0594@yandex.ru), Russia, Tula, JSC «KBP»,*

*Polyakov Aleksandr Alekseevich, engineer, [sashka.poliackov@yandex.ru](mailto:sashka.poliackov@yandex.ru), Russia, Tula, JSC «SPLAV Scientific and Production Association» named after A. Ganichev»*

УДК 615.47; 616-072.7

**СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ**

Н.Л. Коржук, А.Х. Мельников, А.Ф. Индюхин

*В статье рассмотрен способ выделения из спонтанной биоэлектрической активности головного мозга когнитивной реакции на внешний стимул, требующий оценки зрительного образа и мысленной вербализации. Предложен способ визуализации вызванной активности, структурная схема системы использования полосовых фильтров и математическая модель картирования.*

*Ключевые слова: функциональная система, головной мозг, электроэнцефалограмма, полосовой фильтр, картирование.*

Академик В.И. Вернадский отмечал, что возникновение нового понятия, «символа», нельзя понять логически, но можно приложить к нему математический анализ, проверить фактами, точно учесть их мерой и числом [1].

Согласно теории функциональных систем (ФС) академика П.К. Анохина [2, 3], который отводит головному мозгу роль управляющего элемента во всех, даже случайно возникающих под влиянием конкретной ситуации, функциональных системах, каждой системе соответствуют определенные связи и взаимодействие разных зон коры головного мозга (КГМ). Физически связи выражаются в электрической активности и синхронизации этой активности.

Структурная схема ФС, предложенная в [2], аналогична принятой в теории автоматического управления [4]: происходит сравнение текущего положения с желаемым (акцептор результата действия), а разница служит управляющим сигналом для исполнительного устройства (мышечной системы). Таким образом, ФС представляет собой замкнутую систему автоматического управления с отрицательной обратной связью.