

## ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАКЕТ-МИШЕНЕЙ

**М.Ю. Семашко<sup>1</sup>, И.А. Пономарев<sup>2</sup>, В.В. Андреев<sup>2</sup>,  
Н.Л. Кувшинова<sup>1</sup>, Д.А. Дрыгальцев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup>ООО «СТАНКОМАШ», г. Челябинск, Россия

Задачи модернизации существующих ракет-мишеней в отношении коррекции и управления являются актуальными как с практической точки стороны, так и с точки зрения академической науки. В частности, вопросы модернизации летательных аппаратов в отношении управления и маневрирования широко рассматриваются и российскими, и зарубежными исследователями. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» и общество с ограниченной ответственностью «СТАНКОМАШ» на основании накопленного научного и практического опыта предлагают конструктивные решения для серийно выпускаемой ракеты-мишени 96М6М «Кабан», направленные на повышение ее маневренности.

В работе рассмотрена конструкция и действие ракеты-мишени, которая состоит из головного обтекателя, приборного отсека, твердотопливного маршевого двигателя, стабилизатора. В настоящее время ракета летит по баллистической траектории и для ее запуска используется двухствольная пусковая установка. Отслеживание мишени происходит по отражаемому от нее сигналу.

В статье рассмотрены пути модернизации ракеты-мишени, в частности: введение узла коррекции или управления; применение принципа модульности конструкции; модернизации двигательной установки; замена материалов конструкции корпуса ракеты на современные композиционные материалы; оснащение мишеней аппаратурной фиксацией, использующей не радиоканал, а спутниковую связь ГЛОНАСС.

Качественно и детально проработано направление введения модуля коррекции в серийную конструкцию. Для этого рассмотрены известные способы управления, маневрирования и коррекции. Приведены типовые конструкции балластных пороховых и детонационных импульсных двигателей коррекции. На основании вышеизложенного спроектированы и рассчитаны представленные в статье четыре конструкции блоков импульсной коррекции для ракеты-мишени 96М6М «Кабан».

*Ключевые слова:* импульсная коррекция, ракета-мишень, управление, коррекция, конструирование.

### **Ракета-мишень 96М6М «Кабан»**

Ракеты-мишени предназначены для имитации реальных объектов средств воздушного нападения. В их функционал входит имитация высотных, скоростных и маневренных характеристик боевых летательных аппаратов. Ракета-мишень должна обеспечить при одинаковых высотах скорости, аналогичные имитируемой баллистической цели. В РФ применяются следующие мишенные комплексы с мишенями: «Стриж-2», «Стриж-1-3У», «Синица-23», 96М6М («Кабан»), «Коршун», «Пищаль», «Армавир», «Рейс», Е-95, «Дань», «Саман», мишени М-6, МР-9ИЦ-Б (МС-9ИЦ-Б) [1, 2].

Развитие средств поражения и боеприпасов воздушного нападения требует совершенствования и ракет-мишеней, используемых при подготовке зенитных ракетных подразделений. В связи с этим ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» совместно с ООО «СТАНКОМАШ» ведут поисковые конструкторские работы по модернизации модельного ряда мишеней в отношении управления и коррекции, обеспечения модульности конструкции, применения новых функциональных материалов и покрытий, создания технологий изготовления отдельных элементов и сборки общей конструкции.

В данной работе объектом исследований является ракета-мишень 96М6М «Кабан» (рис. 1), которая была разработана на основе метеорологической ракеты М-100Б. Кроме 96М6М на ее ос-

нове также были разработаны мишенные комплексы ПВО МС-9ИЦ-Б, МР-9ИЦ-Б. Мишень 96М6М «Кабан» – это неуправляемая твердотопливная ракета, которая по скоростным, высотным характеристикам и по величине эффективной площади рассеивания (ЭПР) способна имитировать высокоскоростные ракеты, движущиеся по баллистической траектории (рис. 2) [3, 4].

Конструктивно мишень состоит из головного обтекателя, приборного отсека с установленным приемопередатчиком, твердотопливного маршевого двигателя и стабилизатора. Для запуска используется двустольная пусковая установка 89Ц6-02. Изменение траектории полета мишени осуществляется посредством изменения начального угла запуска ракеты (см. рис. 2). Зенитно-ракетная система отслеживает и сопровождает мишень по отражаемому от нее сигналу. Эффективная отражающая поверхность мишени 96М6М составляет 0,015–1 м<sup>2</sup>.

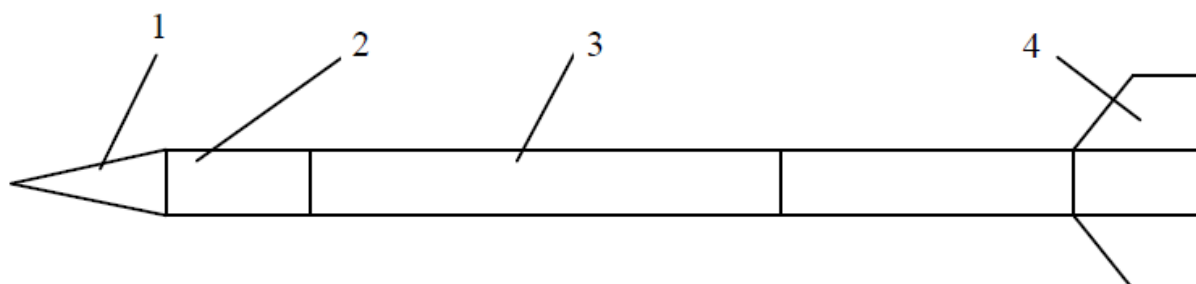


Рис. 1. Схема конструкции 96М6М «Кабан»: 1 – головной обтекатель; 2 – приборный отсек; 3 – твердотопливный маршевый двигатель; 4 – стабилизатор

Согласно произведенному структурно-функциональному анализу [4], возможны следующие пути модернизации ракеты-мишени:

- введение узла коррекции или управления ракеты;
- модульность конструкции ракеты;
- модернизация двигательной установки;
- замена материалов конструкций корпуса ракеты на современные композиционные материалы;
- оснащение мишеней аппаратурной фиксацией, использующей не радиоканал, а спутниковую связь ГЛОНАСС.

#### **Маневрирование, управление, коррекция**

Существуют несколько способов управления ракетой в полете, основными являются аэродинамическое управление, газодинамическое и импульсное.

Главный принцип управляемых боеприпасов, ракет и ЛА различного назначения заключается в непрерывном и неограниченном управлении объектом на всей траектории с момента его запуска или взлета. Как правило, такие объекты оснащены инерциальными системами наведения или активной головкой самонаведения (ГСН), что подразумевает формирование управляющих сигналов на борту самого снаряда или ракеты. Также управление такими объектами может осуществляться с самолета, осуществившего его запуск, как, например, в случае управления ракетами класса «воздух – воздух» с полуактивной головкой самонаведения (ПАГСН). В этом случае управляющий сигнал поступает в ГСН ракеты с самолета, который принимает отраженный сиг-

## Расчет и конструирование

нал от цели. Вариант с активной головкой самонаведения (АГСН) не нуждается в приеме сигнала с самолета или другого объекта, обеспечивающего управление ракетой, в ракетах такого класса есть собственная РЛС, которая самостоятельно облучает цель и принимает отраженный от нее сигнал, на основе которого корректирует свой курс.

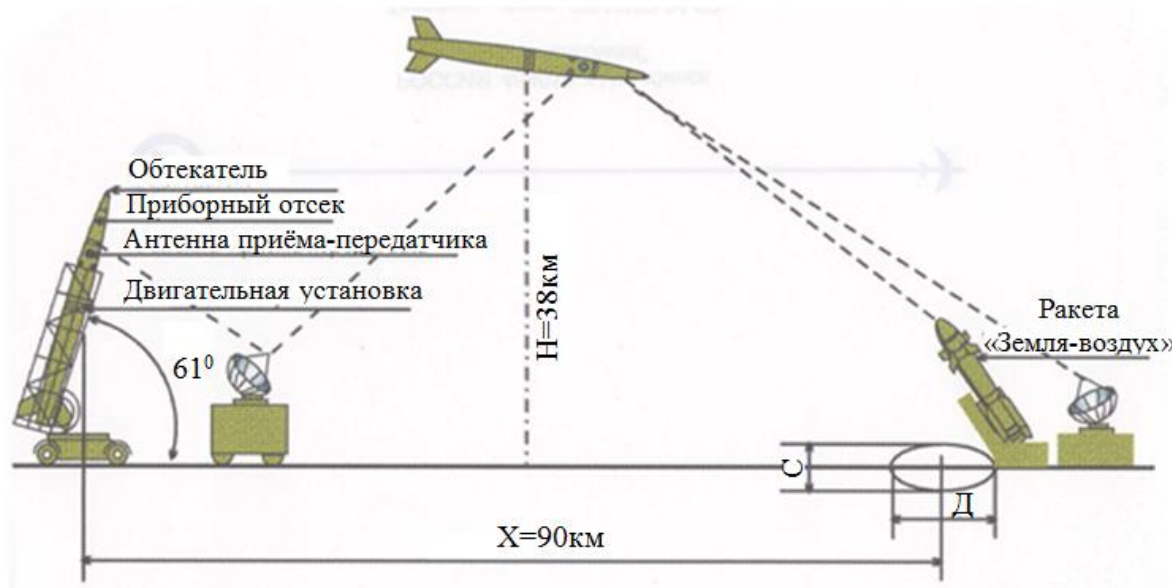


Рис. 2. Схема функционирования 96М6М

При этом участие оператора или корректировщика не требуется. В управляемых артиллерийских снарядах, как правило, используется лазерное наведение на цель, которое требует постоянной подсветки цели группой наводчиков или корректировщиков, оснащенных лазерным целеуказателем–дальномером (ЛЦД), также наведение может осуществляться с самолета или разведывательного БПЛА. Постоянное подствечивание цели группой корректировщиков обеспечивает высокую вероятность поражения даже движущейся цели [5–13].

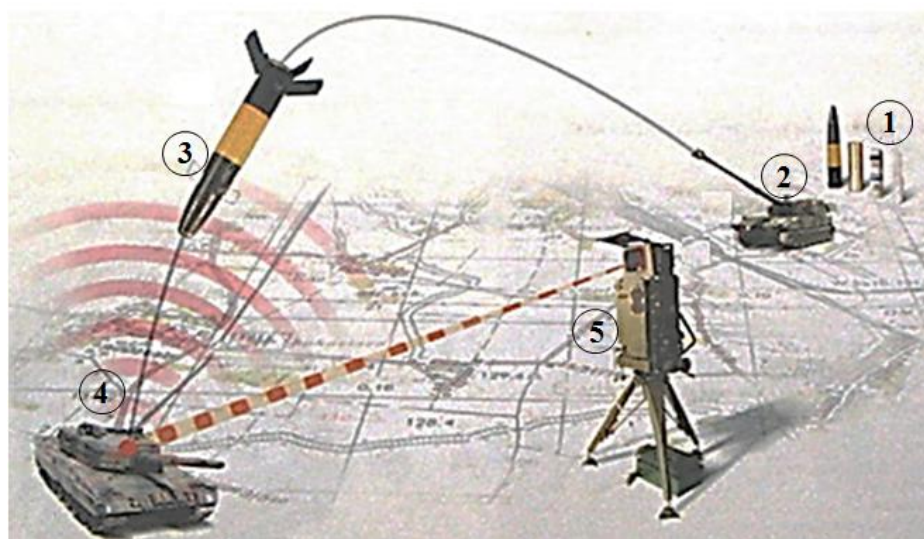


Рис. 3. Принцип действия «Краснополь-М1»



Ярким примером подобных снарядов является управляемый артиллерийский снаряд «Краснополь-М1». Принцип действия такого снаряда показан на рис. 3.

Управление ракет по заранее составленной программе или карте полета обычно применяется в крылатых или тактических ракетах по неподвижным, площадным целям или статическим объектам; зная его местоположение, рассчитывают траекторию и заносят в блок управления ракеты.

При использовании противокорабельных ракет (ПКР) также осуществляется непрерывное отслеживание цели или комбинированная система наведения, когда оператор или центр управления выводит ракеты в нужную область действия, после чего по мере приближения к цели начинает действовать АГСН ракеты. Комплекс действий, обеспечивающий работу (ПКР), представлен на рис. 4 [15].

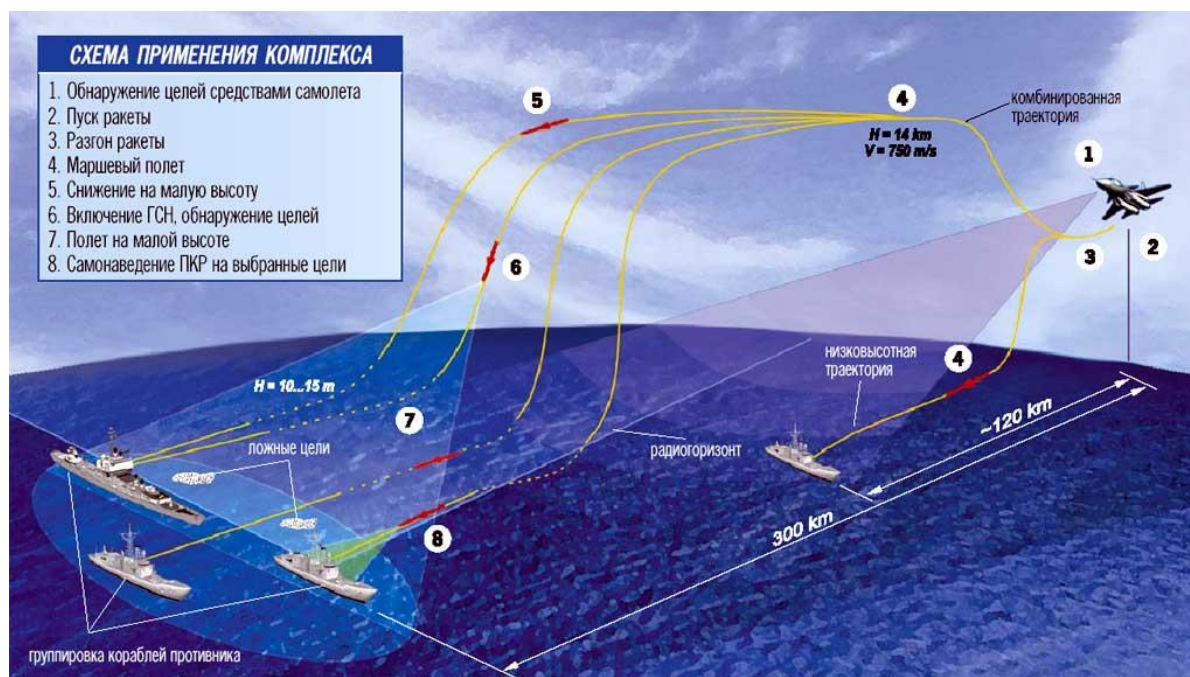


Рис. 4. Принцип действия противокорабельных ракет

Коррекция – принцип управления снарядами или ракетами, отличающийся от полного управления тем, что коррекция осуществляется ограниченное количество раз или только на конечном участке траектории.

Задача корректируемого снаряда – увеличить вероятность поражения цели на закрытой огневой позиции или за естественным препятствием, например, горой, а также в сложных метеоусловиях, но в отличие от управляемого стрельба такими боеприпасами по подвижным целям менее точна, так как управляемый снаряд может реагировать на передвижение или маневрирование цели с момента пуска, зная ее координаты, сразу корректировать траекторию. Корректируемому боеприпасу может не хватить корректируемого момента или величины отклонения для надежного поражения цели, если она начнет маневрирование.

Вопросы модернизации летательных аппаратов в отношении управления и маневрирования широко рассматриваются как российскими, так и зарубежными исследователями (Yong GUO, Danang SONG, Changqing WANG, Daniel Gapinski, Zbigniew Koruba, Izabela Krzysztofik и др., в журналах Chinese Journal of Aeronautics (Китай), Aerospace Science and Technology (США), Mechanical Systems and Signal Processing (MSSP) и др.) [16–17].

В данной публикации предлагается рассмотреть использование модульности конструкции РМ путем установки блока коррекции различных конструктивных исполнений (рис. 5).

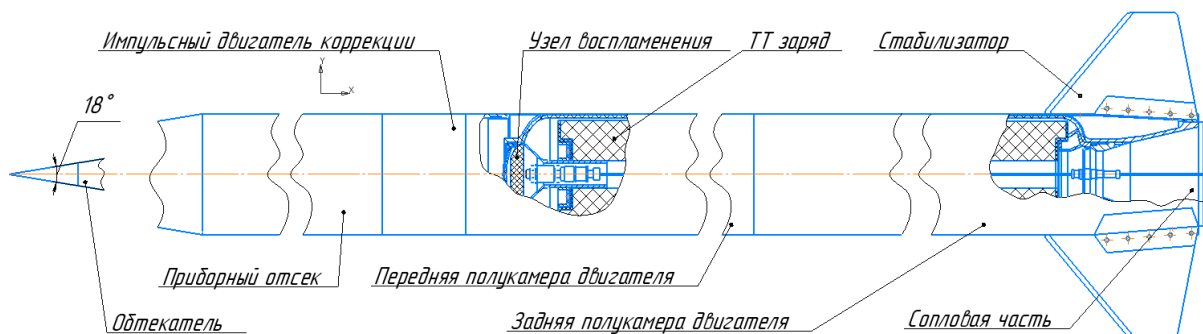


Рис. 5. РМ «Кабан» с встроенным блоком коррекции

## Импульсные органы управления

К импульсным органам коррекции относятся в первую очередь импульсные двигатели коррекции (ИДК), которые представляют классический реактивный двигатель на твердом топливе (РДТТ) или же ствольную систему [18–23].

### Балластные импульсные двигатели коррекции

Балластный ИДК (рис. 6) можно сравнить по конструкции со стволом, в котором размещен пороховой заряд, придающий скорость балласту. Балласт при отстреливании создает импульс  $I_{\Sigma}$ , отталкивающий летательный аппарат в сторону, противоположную движению балласта [18].

Импульс, сообщаемый пороховым балластным ИДК,

$$I_{\Sigma} = I_c + I_D = (m_b + \beta m_n) v_b, \quad (1)$$

где  $I_c$  – импульс, сообщаемый при полном сгорании пороха и вылете балласта из корпуса (этап  $C$ );

$I_D$  – импульс, сообщаемый при последствии пороховых газов (этап  $D$ );

$m_b$  – масса отстреливаемого балласта;

$\beta$  – коэффициент, зависящий от скорости звука в продуктах сгорания в момент вылета балласта и плотности продуктов сгорания пороха;

$m_n$  – масса порохового заряда;

$v_b$  – скорость балласта.

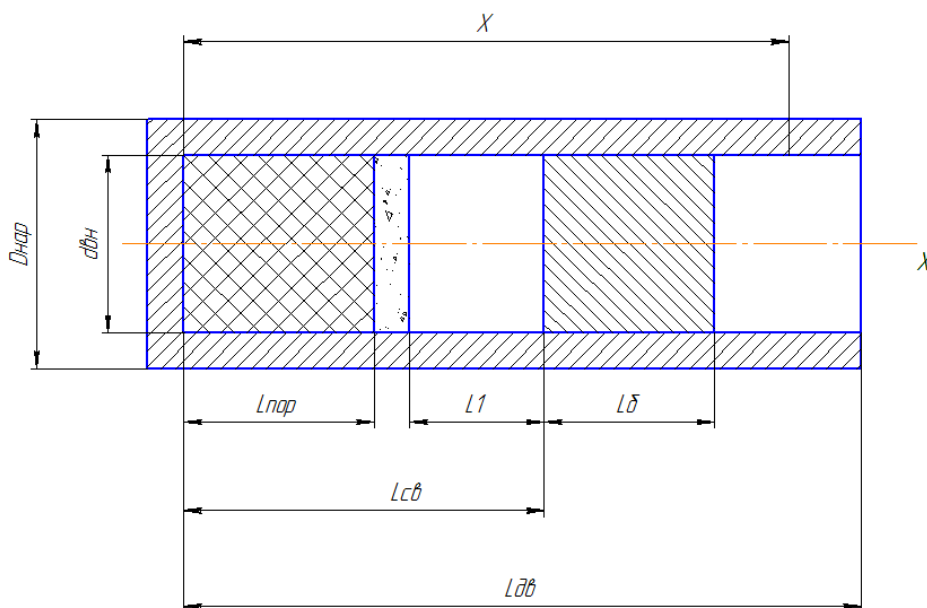


Рис. 6. Балластный пороховой ИДК

Давление  $P$  в корпусе ИДК принимается как среднее между максимальным и минимальным при движении балласта внутри корпуса ИДК.

#### Детонационный ИДК

В отличие от порохового ИДК, где функционирование происходит за счет горения пороха, образования пороховых газов и их расширения, в детонационном ИДК (рис. 7) используется бризантное взрывчатое вещество и его детонация, т. е. процесс происходит за очень короткое время (несколько микросекунд), отличается большой стабильностью и имеет малый разброс времени начала детонации. Такие ИДК хороши для снарядов, стабилизированных вращением и обладающих большой угловой скоростью [18].

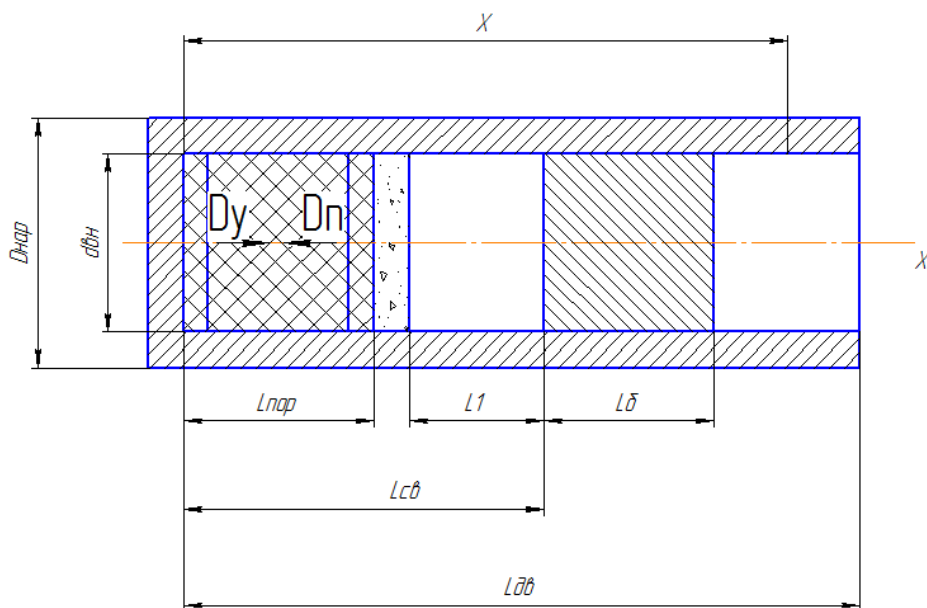


Рис. 7. Детонационный ИДК

Импульс, сообщаемый детонационным балластным ИДК, представляет собой сумму импульсов, получаемых балластом на трех этапах функционирования А, В, С.

$$I_{\Sigma} = I_A + I_B + I_C = I_A + (m_{\delta} + \beta m_{BB})v_{\delta}. \quad (2)$$

В зависимости от поставленных задач можно рассмотреть и использовать импульсный двигатель реактивного типа, который является разновидностью ракетного двигателя на твердом топливе, создающий тягу как к нормали вектора скорости, так и в зависимости от конструктивного исполнения выходного сопла [18].

На основании рассмотренных способов коррекции и управления было принято решение использовать ИДК для осуществления коррекции и маневрирования.

#### Предлагаемые конструктивные схемы ИДК ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

Научная школа, а также фундаментальные основы разработки и проектирования ИДК возникли и развиваются в МГТУ им. Н.Э. Баумана. В Южно-Уральском государственном университете совместно с ООО «СТАНКОМАШ» также ведется конструирование и оценка целесообразности использования импульсных двигателей коррекции в летательных аппаратах. Так, на кафедре ДЛА были предложены и спроектированы конструкции ИДК (рис. 8–11), которые при интеграции совместно с системой управления в конструкцию РМ 96М6М «Кабан» позволят сделать данную ракету маневрирующей.

В первом варианте двигатель представляет собой металлический диск с выфрезерованными в нем отверстиями перпендикулярно к оси ракеты, в которые будет вкладываться навеска воспламенителя, топливная одноканальная шашка и диафрагма (см. рис. 8), ввинчиваться сопловые вставки. Количество двигателей ограничено их размерами и калибром ракеты. Сверху камеры сгорания, перпендикулярно ее оси будет вкручен электродетонатор.

## Расчет и конструирование

Второй вариант двигателя отличается от первого меньшим количеством шашек, в данном случае 4, и увеличенными размерами шашки и сопла для увеличения площади горения и обеспечения минимального рабочего давления в камере сгорания (см. рис. 9).

Третий вариант (см. рис. 10) имеет 4 балластных двигателя, установленных в сборном корпусе. Четвертый вариант имеет 6 двигателей коррекции (см. рис. 11).

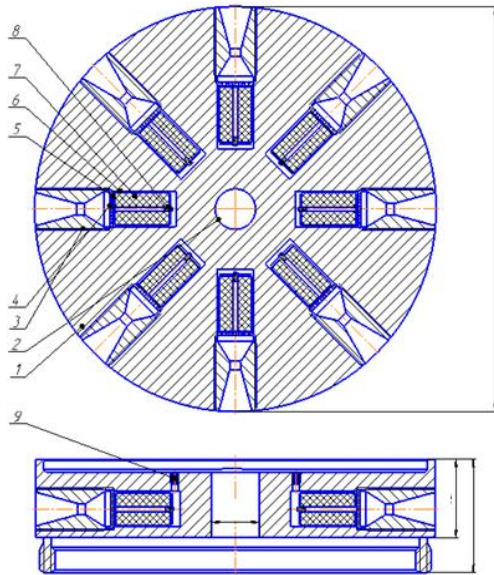


Рис. 8. Компоновка ИДК, исполнение первое:  
1 – корпус; 2 – отверстие для прокладки кабелей управления; 3 – винтное сопло; 4 – диафрагма; 5 – бронировка; 6 – камера сгорания; 7 – шашка топлива; 8 – воспламенитель; 9 – электрозапал

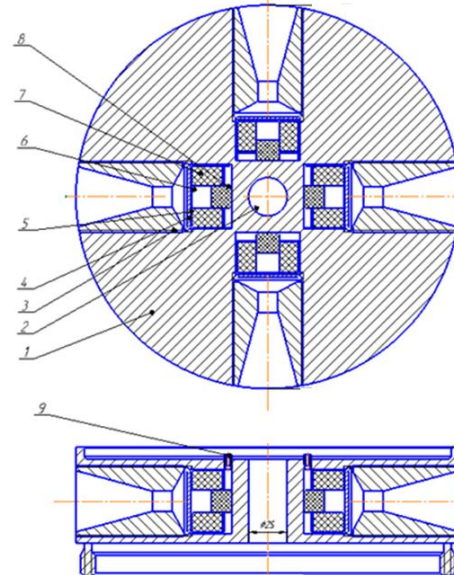


Рис. 9. Компоновка ИДК, исполнение второе:  
1 – корпус; 2 – отверстие для прокладки кабелей управления; 3 – винтное сопло; 4 – диафрагма; 5 – бронировка; 6 – камера сгорания; 7 – шашка топлива; 8 – воспламенитель; 9 – электрозапал

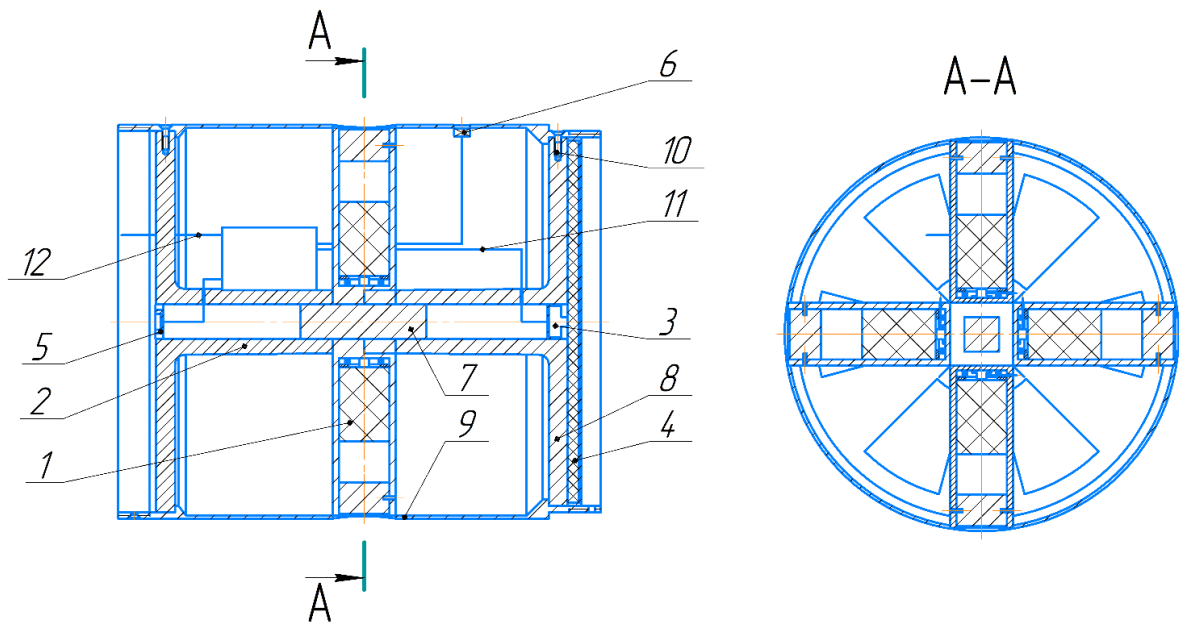


Рис. 10. Сборочный чертеж блока коррекции:  
1 – двигатель коррекции в сборе; 2 – опора левая и блок управления в сборе;  
3 – ПИМ и корпус ПИМа в сборе; 4 – ВВ самоликвидации и корпус для ВВ в сборе;  
5 – гироскоп и корпус гироскопа в сборе; 6 – разъем входа; 7 – балка; 8 – опора правая;  
9 – корпус отсека коррекции; 10 – винт М4-6х16; 11 – провод НВ-1 0,75; провод ПУГСП 2х2,5



Представленные конструкции тщательно проработаны и рассчитаны для установки в ракету-мишень 96М6М «Кабан». Разработанные блоки коррекции являются органами управления и подлежат интегрированию в принятую систему управления летательным аппаратом. Рассмотренное в статье направление продолжает развиваться и совершенствоваться силами сотрудников и студентов ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» и ООО «СТАНКОМАШ».

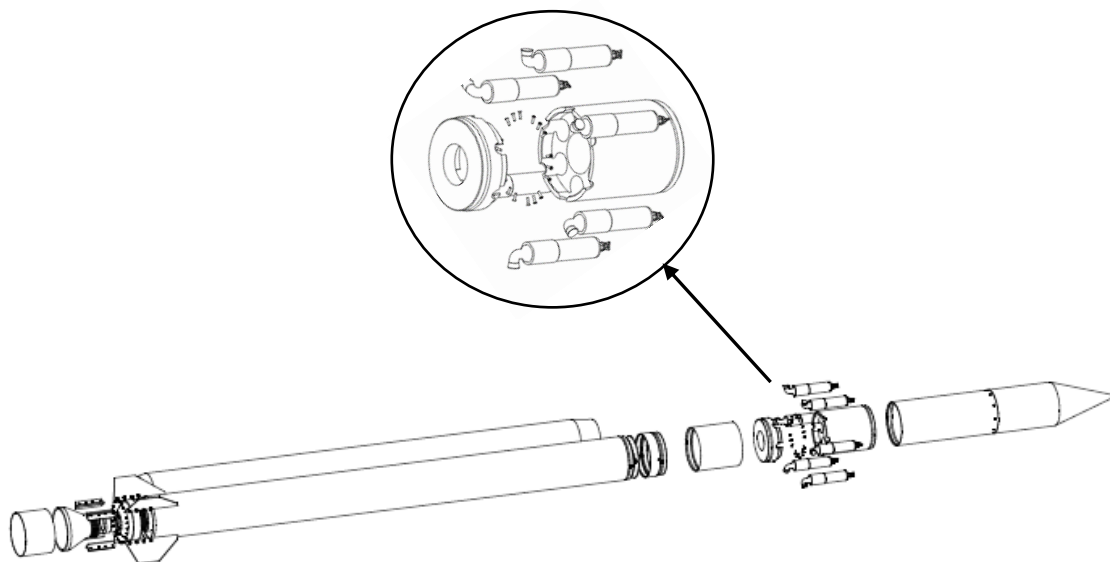


Рис. 11. Размещение ИДК в конструкции ракеты-мишени

#### Литература

1. Семашко, М.Ю. Ракеты-мишени – важная составляющая часть при обороне РФ / М.Ю. Семашко, Н.Л. Кувшинова, А.В. Рязанов // Наука ЮУрГУ [Электронный ресурс]: матер. 68-й науч. конф. Секция технических наук. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. – 2016. – С. 737–740.
2. ТАСС. Минобороны показал кадры учебно-боевых стрельб систем С-400 и комплексов «Бук-М2». – Режим доступа: <https://tass.ru/armiya-i-oprk/11027993> (дата обращения: 10.07.2022).
3. Научно-производственное объединение «Молния». – Режим доступа: <http://www.promolnija.ru/produkcziya/reketi-misheni/> (дата обращения: 10.07.2022).
4. Каталог ООО «Станкомаш». – Режим доступа: <http://www.stankomash74.ru/catalog/> (дата обращения: 10.07.2022).
5. Энциклопедия «Авиация»: Ракета – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=dict&termin=649781&lang=ru> (дата обращения: 10.07.2022).
6. Иноземцев, Д.П. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Часть 1. Обзор технических средств / Д.П. Иноземцев – Режим доступа: <https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bespilotnye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/> (дата обращения: 10.07.2022).
7. Зинченко, О.Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования / О.Н. Зинченко. – Режим доступа: [http://www.racurs.ru/www\\_download/articles/UAV\\_1.pdf](http://www.racurs.ru/www_download/articles/UAV_1.pdf).
8. Салычев, О.С. Автопилот БПЛА с Инерциальной Интегрированной Системой – основа использования беспилотных комплексов / О.С. Салычев. – Режим доступа: [http://www.teknol.ru/trash/uav\\_autopilot\\_salychev\\_2602182965.pdf](http://www.teknol.ru/trash/uav_autopilot_salychev_2602182965.pdf).
9. Царев, Ф.Н. Совместное применение генетического программирования, конечных автоматов и искусственных нейронных сетей для построения системы управления беспилотным летательным аппаратом / Ф.Н. Царев. – Режим доступа: <http://is.ifmo.ru/works/2008/Vestnik/53/03-genetic-neuro-automata-flying-plates.pdf>.



10. Матвеев, Е.В. Нечеткий вывод в системе управления беспилотным летательным аппаратом / Е.В. Матвеев, В.А. Глинчиков. – Режим доступа: [http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/2272/1/09\\_Matveev.pdf](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/2272/1/09_Matveev.pdf).
11. Мак-Илврайд, Б. Распределенное управление беспилотными летательными аппаратами / Б. Мак-Илврайд. – Режим доступа: [www.cta.ru/cms/ff/389393.pdf](http://www.cta.ru/cms/ff/389393.pdf).
12. Маценко, К.В. Подготовка данных для автоматического анализа / К.В. Маценко, В.В. Никонов // Сборник научных трудов Sworld. – 2007. – Т. 2, № 1. – С. 19–22.
13. Никонов, В.В. Решение задачи прогнозирования на основе аппарата искусственных нейронных сетей / В.В. Никонов // Сборник научных трудов Sworld. – 2007. – Т. 2, № 1. – С. 7–10.
14. Иванова, И.А. Проблемы автоматической передачи сигнала при ограниченной мощности механизма // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2010. – № 7. – С. 15–16.
15. Выбор системы для фильтрации сигналов / В.М. Быков, К.А. Зуев, А.А. Шестаков и др. // Сборник научных трудов Sworld. – 2009. – Т. 4, № 1. – С. 41–44.
16. Крылатая ракета «Калибр». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.techcult.ru/weapon/2758-krylataya-raketa-kalibr> (дата обращения: 10 июля 2022).
17. Противокорабельная ракета «Оникс» получит новые носители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/112078-protivokarabelnaya-raketa-oniks-poluchit-novye-nositeli.html> (дата обращения: 10 июля 2022).
18. Gapinski, D. The model of dynamics and control of modified optical scanning seeker in anti-aircraft rocket missile / Mechanical Systems and Signal Processing // D. Gapinski, Z. Koruba, I. Krzysztolik. – 2014. – Vol. 45, iss. 2, – P. 433–447. – <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2013.11.016>.
19. Chinese Journal of Aeronautics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.journals.elsevier.com/chinese-journal-of-aeronautics> (дата обращения: 10 июля 2022).
20. Велданов, В.А. Основы функциональности корректируемых летательных аппаратов: учеб. пособие для вузов / В.А. Велданов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. – 39 с.
21. Астапов, Ю.М. Теория управления летательными аппаратами / Ю.М. Астапов. – М.: МАТИ, 2006. – 278 с.
22. Forecast International/DMC, Прогноз боеприпасов и боеприпасов. Управляемый противотанковый снаряд Strix. – 1997. – С. 1–4.
23. Вишневский, В.С. «Смельчак» и другие / В.С. Вишневский // Армейский сборник. – 2000. – № 1.

**Семашко Марина Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Двигатели летательных аппаратов», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [semashkomi@susu.ru](mailto:semashkomi@susu.ru).

**Пономарев Игорь Александрович**, заместитель директора по развитию, ООО «СТАНКОМАШ», г. Челябинск, [ponomarev@stankomash74.ru](mailto:ponomarev@stankomash74.ru).

**Андреев Владислав Владимирович**, заместитель главного конструктора, ООО «СТАНКОМАШ», г. Челябинск, [andreev@stankomash74.ru](mailto:andreev@stankomash74.ru).

**Кувшинова Наталья Львовна**, старший преподаватель, кафедра «Двигатели летательных аппаратов», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [kuvshinovanl@susu.ru](mailto:kuvshinovanl@susu.ru).

**Дрыгальцев Денис Александрович**, ассистент, кафедра «Двигатели летательных аппаратов», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [drygaltsevda@susu.ru](mailto:drygaltsevda@susu.ru).

*Поступила в редакцию 12 июля 2022 г.*

## INCREASING THE FUNCTIONAL CAPABILITIES OF TARGET ROCKETS

**M.Yu. Semashko**<sup>1</sup>, *semashkomi@susu.ru*

**I.A. Ponomarev**<sup>2</sup>, *ponomarev@stankomash74.ru*

**V.A. Andreev**<sup>2</sup>, *andreev@stankomash74.ru*

**N.L. Kuvshinova**<sup>1</sup>, *kuvshinovanl@susu.ru*

**D.A. Drygaltsev**<sup>1</sup>, *drygaltsevda@susu.ru*

<sup>1</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

<sup>2</sup>LLC “STANKOMASH”, Chelyabinsk, Russian Federation

The tasks of modernizing existing target missiles in terms of correction and control are relevant both from a practical point of view and from the point of view of academic science. In particular, the issues of modernization of aircraft in relation to control and maneuvering are widely considered by both Russian and foreign researchers. The Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “South Ural State University (National Research University)” and Limited Liability Company “STANKOMASH”, based on the accumulated scientific and practical experience, offer constructive solutions for the mass-produced target missile 96M6M “Kaban”.

The paper considers the design and operation of a target missile, which consists of a head fairing, an instrument compartment, a solid propellant propulsion engine, and a stabilizer. Currently, the missile flies along a ballistic trajectory and a double-barreled launcher is used to launch it. The target is tracked by the signal reflected from it.

The article discusses ways to modernize the target missile, in particular: the introduction of a correction or control unit; application of the principle of modularity of rocket design; modernization of the propulsion system; replacement of rocket body construction materials with modern composite materials; equipping targets with hardware fixation using not a radio channel, but GLONASS satellite communications.

For a qualitative and detailed consideration, the direction of introducing a correction module into a serial design has been worked out. For this, the known methods of control, maneuvering and correction are considered. Typical designs of ballast powder and detonation impulse correction engines are given. On the basis of the foregoing, four designs of impulse correction blocks for the 96M6M “Kaban” target missile presented in the article are worked out in detail and calculated.

*Keywords: impulse correction, target rocket, control, correction, design.*

### References

1. Semashko M.Yu., Kuvshinova N.L., Ryazanov A.V. *Rakety-misheni – vazhnaya sostavlyayushchaya chast' pri oborone RF* [Target missiles are an important component in the defense of the Russian Federation] *Nauka YUUrGU [Elektronnyy resurs]: mater. 68-y nauch.konf. Sektsiya tekhnicheskikh nauk [Science in the South Ural State University: Materials of the 68th Scientific Conf. Sections of technical sciences]*. Chelyabinsk, SUSU Pub., 2016, pp. 737–740.

2. TASS. *Minoborony pokazal kadry uchebno-boyevykh strel'b sistem S-400 i kompleksov “Buk-M2”* [The Ministry of Defense showed footage of combat training firing systems S-400 and Buk-M2 complexes]. – Available at: <https://tass.ru/armiya-i-opk/11027993> (accessed 10 July 2022).

3. *Nauchno-proizvodstvennoye ob'yedineniye “Molniya”* [Research and production association “Lightning”]. – Available at: <http://www.npomolniya.ru/produkcziya/reketi-misheni/> (accessed 10 July 2022).

4. *Katalog OOO “Stankomash”* [Catalog LLC “Stankomash”]. – Available at: <http://www.stankomash74.ru/catalog/> (accessed 10 July 2022).

5. *Entsiklopediya "Aviatsiya": Raketa* [Encyclopedia "Aviation": Rocket]. – Available at: <http://biblioclub.ru/index.php?page=dict&termin=649781&lang=ru> (accessed 10 July 2022).
6. *Inozemtsev D.P. Bepilotnyye letatel'nyye apparaty: teoriya i praktika. Chast' 1. Obzor tekhnicheskikh sredstv* [Unmanned aerial vehicles: theory and practice. Part 1. Overview of technical means]. – Available at: <https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bepilotnyye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/> (accessed 10 July 2022).
7. *Zinchenko O.N. Bepilotnyy letatel'nyy apparat: primeneniye v tselyah aerofotos'emki dlya kartografirovaniya* [Unmanned aerial vehicle: application for aerial photography for mapping]. – Available at: [http://www.racurs.ru/www\\_download/articles/UAV\\_1.pdf](http://www.racurs.ru/www_download/articles/UAV_1.pdf) (assessed 10 July 2022).
8. *Salychev O.S. Avtopilot BPLA s Inertsialnoy Integrirovannoy Sistemoy – osnova ispolzovaniya besplitnykh kompleksov* [Autopilot UAV with Inertial Integrated System - the basis for the use of unmanned systems]. – Available at: [http://www.teknol.ru/trash/uav\\_autopilot\\_salychev\\_2602182965.pdf](http://www.teknol.ru/trash/uav_autopilot_salychev_2602182965.pdf) (accessed 10 July 2022).
9. *Tsarev F.N. Sovmestnoye primeneniye geneticheskogo programmirovaniya, konechnykh avtomatov i iskusstvennykh neyronnykh setey dlya postroyeniya sistemy upravleniya bepilotnym letatel'nyim apparatom* [Combined application of genetic programming, finite automata and artificial neural networks to build a control system for an unmanned aerial vehicle]. – Available at: <http://is.ifmo.ru/works/2008/Vestnik/53/03-genetic-neuro-automata-flying-plates.pdf> (accessed 10 July 2022).
10. *Matveev E.V., Glinchikov V.A. Nechetkiy vyvod v sisteme upravleniya bepilotnym letatel'nyim apparatom* [Fuzzy inference in an unmanned aerial vehicle control system]. – Available at: [http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/2272/1/09\\_Matveev.pdf](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/2311/2272/1/09_Matveev.pdf) (accessed 10 July 2022).
11. *McIlvrade B. Distributed control of unmanned aerial vehicles*. – Available at: [www.cta.ru/cms/f/389393.pdf](http://www.cta.ru/cms/f/389393.pdf) (accessed 10 July 2022).
12. *Matsenko K.V., Nikonov V.V. Podgotovka dannykh dlya avtomaticheskogo analiza* [Data preparation for automatic analysis]. *Sworld*. 2007. vol. 2. no. 1. pp. 19–22. (in Russ.).
13. *Nikonov V.V. Resheniye zadachi prognozirovaniya na osnove apparata iskusstvennykh neyronnykh setey* [Solution of the problem of forecasting based on the apparatus of artificial neural networks]. *Sworld*. 2007. vol. 2. no. 1. pp. 7–10. (in Russ.).
14. *Ivanova I.A. Problemy avtomaticheskoy peredachi signala pri ogranichennoy moshnosti mekhanizma* [Problems of automatic signal transmission with limited mechanism power] *Industrial ACS and controllers*. 2010. no. 7. pp. 15–16. (in Russ.).
15. *Bykov V.M., Zuev K.A., Shestakov A.A., Ivanova I.A., Devyataev M.V. Vybór system dlya filtratsii signalov* [Choosing a system for filtering signals] *Sworld*. 2009. vol. 4. no. 1. pp. 41–44. (in Russ.).
16. *Krylataya raketa "Kalibr"* [Cruise missile "Caliber"]. – Available at: <https://www.techcult.ru/weapon/2758-krylataya-raketa-kalibr> (accessed 10 July 2022).
17. *Protivokorabel'naya raketa "Oniks" poluchit novyye nositeli* [Anti-ship missile "Onyx" will receive new carriers]. – Available at: <https://topwar.ru/112078-protivokorabelnaya-raketa-oniks-poluchit-novyye-nositeli.html> (accessed 10 July 2022).
18. *Gapinski D., Koruba Z., Krzysztolik I. The model of dynamics and control of modified optical scanning seeker in anti-aircraft rocket missile. Mechanical Systems and Signal Processing, 2014, Vol. 45, Iss. 2, pp. 433–447.* – <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2013.11.016>.
19. *Chinese Journal of Aeronautics*. – Available at: <https://www.journals.elsevier.com/chinese-journal-of-aeronautics> (accessed 10 July 2022).
20. *Veldanov V.A. Osnovy funktsional'nosti korrekiruemykh letatel'nykh apparatov* [Fundamentals of the functionality of correctable aircraft]. Moscow, Bauman's MSTU Publ., 2006. 39 p.
21. *Astapov Yu.M. Teoriya upravleniya letatel'nymi apparatami* [Fundamentals of the functionality of correctable aircraft]. Moscow, MATI, 2006. 278 p.

22. *Forecast International/DMC Prognoz boyepripasov i boyepripasov, Upravlyayemyy protivotankovyy snaryad Strix* [Munitions and Ordnance Forecast, Strix Guided Anti-Tank Projectile], October 1997, pp. 1–4.

23. *Vihnevskiy V.S. "Smelchak" i drugiye* ["Smelchak" and others]. Army Collection. 2000. no. 1.

*Received 12 July 2022*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Повышение функциональных возможностей ракет-мишеней / М.Ю. Семашко, И.А. Пономарев, В.В. Андреев и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 30–41. DOI: 10.14529/engin220303

**FOR CITATION**

Semashko M.Yu., Ponomarev I.A., Andreev V.A., Kuvshinova N.L., Drygaltsev D.A. Increasing the functional capabilities of target rockets. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Mechanical Engineering Industry*, 2022, vol. 22, no. 3, pp. 30–41. (in Russ.) DOI: 10.14529/engin220303

---