

# ЯДЕРНЫЕ СРЕДСТВА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПАСНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ. СОСТАВ И СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

В.В. Родионов, В.В. Возовиков, Ю.А. Задворнов, Г.Д. Зеленкин, Е.Н. Петров, Г.Л. Сегал, А.Н. Сенькин, В.А. Симоненко, Н.А. Скоркин, В.Ш. Хакимзянов, А.П. Шанин, О.Н. Шубин

Российский федеральный ядерный центр — ВНИИ технической физики, г. Снежинск, Россия

## *Перечень сокращений:*

ВУ — временное устройство;  
ИТ — источник тока;  
КД — контактный датчик;  
КПЗ — кумулятивный предзаряд;  
ЛД — лазерный датчик;  
ОКО — опасный космический объект;  
РД — радиодатчик;  
СЗЗ — система защиты Земли;  
СУ — система управления;  
ЯЗ — ядерный заряд;  
ЯСВ — ядерное средство воздействия.

На данном этапе развития техники и технологий эффективным средством защиты Земли от ОКО являются ядерные средства воздействия, позволяющие обеспечить отклонение объекта с траектории или его разрушение.

Уровень технологического развития ведущих ядерных стран мира позволяет за достаточно короткое время создать ЯСВ с ЯЗ мощностью до  $100 \text{ Mt}$ , решить задачу их доставки к ОКО и обеспечить эффективное использование энергии ядерного взрыва. При необходимости может быть обеспечено групповое применение ЯСВ.

К настоящему времени предложено множество методов и средств воздействия на ОКО [1]. Методы и средства воздействия на ОКО будут выбираться в зависимости от конкретной ситуации.

Поскольку действующие международные договоры запрещают размещение в космосе ядерных устройств, без использования которых создание системы защиты Земли, видимо, будет невозможно, то, по крайней мере, на первых этапах средства ядерного воздействия на ОКО будут базироваться на Земле.

Очевидно, что СЗЗ должна обеспечивать перехват как тех небесных тел, падение которых можно будет прогнозировать за многие месяцы и годы вперед, так и тех, которые будут обнаружены за несколько суток, поэтому СЗЗ должна иметь, по крайней мере, два эшелона:

- дальнего перехвата;
- ближнего перехвата.

Первый эшелон должен перехватывать ОКО больших размеров (более  $1 \text{ км}$  в диаметре), которые должны быть заблаговременно обнаружены и каталогизированы, что позволит заранее прогнозировать возможность их столкновения с Землей и перехватывать их на значительном расстоянии.

При ближнем перехвате велик риск неполучения требуемого эффекта из-за ограниченности информации о характеристиках конкретного ОКО и дефицита времени. Для исключения риска должно быть подготовлено не менее двух ЯСВ.

Представляется, что на первом этапе работ по созданию системы защиты Земли от опасных космических объектов для обеспечения ближнего перехвата ОКО следует основное внимание уделить варианту создания ЯСВ, которые будут базироваться на Земле и поддерживаться в постоянной готовности. При этом с учетом предлагаемой схемы эксплуатации и требований безопасности ЯСВ следует ограничить мощность используемых ЯЗ.

Эффект воздействия ЯСВ на ОКО в основном определяется режимом подрыва ЯЗ — приповерхностный, контактный, заглубленный. Предварительная оценка эффекта действия на ОКО единичных ЯСВ в различных режимах дана, в частности, в работе [2]. Из материалов работы следует, что наибольший эффект по величине сообщаемого ОКО импульса и по масштабам разрушения ОКО дает заглубленный подрыв ЯСВ. Для получения такого же воздействия при приповерхност-

ном подрыве надо использовать ЯЗ на один–два порядка большей мощности. Однако возможность реализации заглубленного подрыва ограничивается необходимостью обеспечить сохранность ЯСВ при внедрении в ОКО. Действующие на ЯСВ перегрузки при внедрении в ОКО зависят от скорости встречи, материала ОКО и могут достигать десятков и сотен тысяч единиц.

Для обеспечения работоспособности ЯСВ необходимо или принять меры по снижению нагрузок на ЯЗ до приемлемого уровня путем ограничения скорости подхода к ОКО, или обеспечить подрыв ЯЗ до его разрушения.

С учетом вышеизложенного и учитывая неопределенность условий обнаружения и перехвата ОКО, ограниченные возможности оперативного определения характеристик ОКО, незавершенность системных исследований эффективности ЯСВ в разных режимах подрыва, в условиях одиночного и группового применения, необходимость исследования особенностей функционирования систем ЯСВ и носителя в условиях перехвата ОКО и воздействия на них, а также жесткие требования по безопасности эксплуатации ЯСВ; для дальнейших проработок в рамках программы создания “Системы защиты Земли” предлагается три варианта ЯСВ; с зарядами мощностью 2 Мт, 10 Мт, 100 Мт.

Конструктивные схемы модулей ЯСВ представлены на рис. 1–3. В состав ЯСВ входят:

- корпус;
- ядерный заряд;
- кумулятивный предзаряд (для вариантов 1 и 2 ЯСВ);
- система предохранения для обеспечения подрыва ЯЗ только в штатных условиях функционирования;
- система взведения и подрыва ЯЗ;
- система подрыва КПЗ;
- система ликвидации ЯСВ при реализации нештатных условий применения и/или функционирования;
- система автономного энергоснабжения (ИТ);
- система защиты от несанкционированного доступа.

Корпус представляет собой цилиндрическое тело с габаритно–массовыми характеристиками, представленными в таблице.

Вариант (№ рис.)	Мидель, мм	Длина, мм	Масса, кг
1	720	4500	3500
2	1300	7600	16000
3	2300	8000	25000

Конструкция корпуса должна быть выбрана из условия обеспечения работоспособности ЯСВ при приповерхностном, контактном или заглубленном видах подрыва ЯЗ. Конструкция ЯСВ (рис. 1, 2) обеспечивает заглубление за счет собственной кинетической энергии ЯСВ с привлечением специальных средств — КПЗ и лидера.

Специальные требования к конструкции корпуса предъявляются только для обеспечения заглубленного подрыва ЯСВ, при приповерхностном и контактном видах подрыва требования к конструкции не предъявляются, т. к. при транспортировании к цели модуль ЯСВ закрыт обтекателем носителя.

Рассмотрены варианты применения ЯСВ в режимах приповерхностного, заглубленного и малоуглубленного подрывов, варианты конструкции ЯСВ, состав и схемы функционирования системы автоматики ЯСВ, обеспечивающие работоспособность ЯСВ в этих режимах.

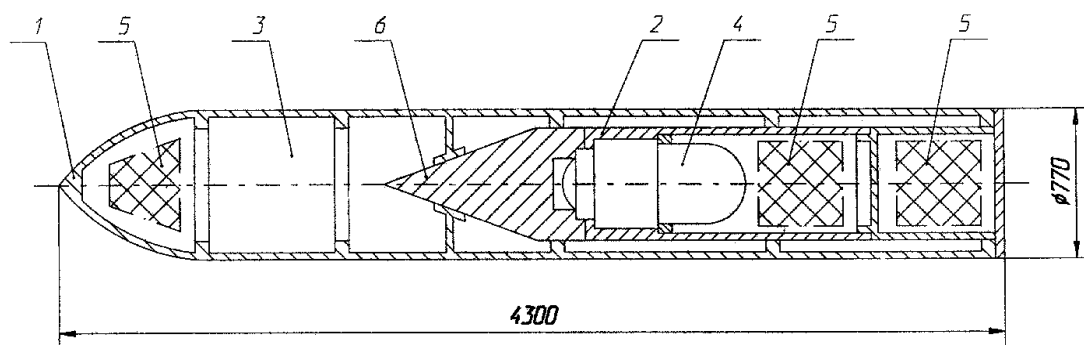


Рис. 1. Модуль ЯСВ (вариант 1).

1 — корпус; 2 — проникающий модуль; 3 — кумулятивный предзаряд; 4 — заряд; 5 — система автоматики; 6 — лидер.

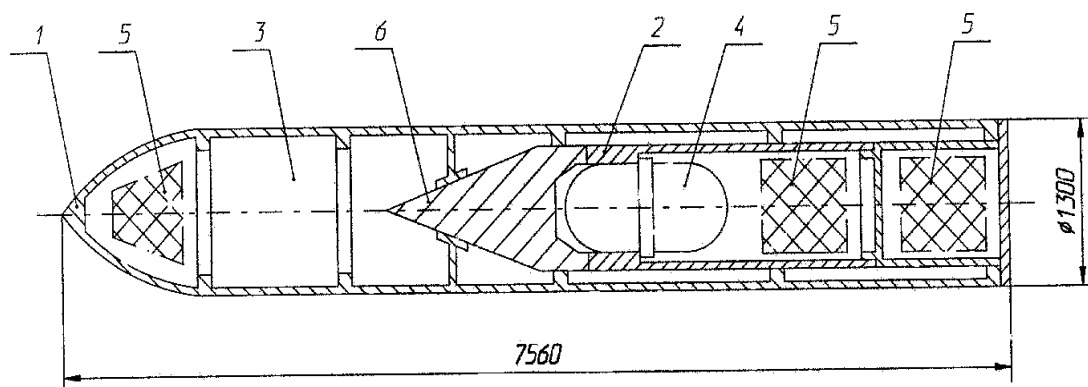


Рис. 2. Модуль ЯСВ (вариант 2).

1 — корпус; 2 — проникающий модуль; 3 — кумулятивный предзаряд; 4 — заряд; 5 — система автоматики; 6 — лидер.

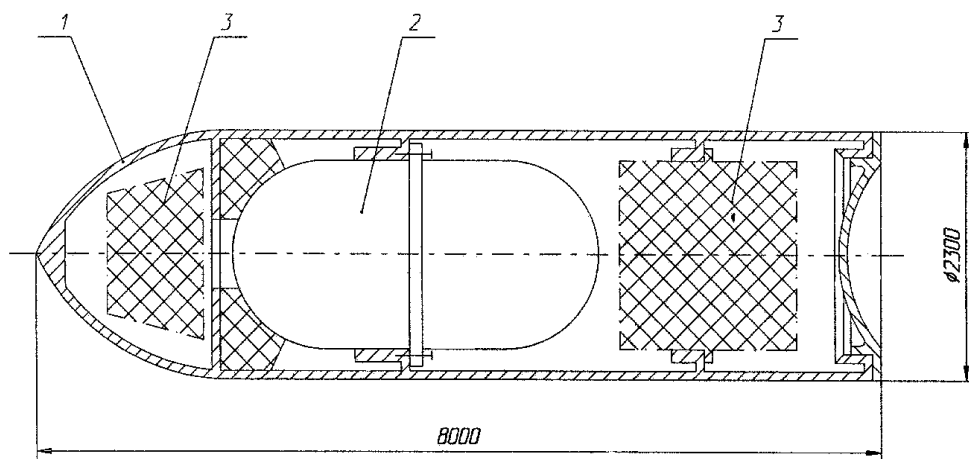


Рис. 3. Модуль ЯСВ (вариант 3).

1 — корпус; 2 — заряд; 3 — система автоматики.

Вариант применения ЯСВ в режиме приповерхностного подрыва не накладывает ограничений на условия подхода ЯСВ к ОКО, его реализация возможна на траекториях, близких к пролетным; не предъявляется специальных требований к прочности конструкции ЯСВ, к точности и быстротедействию системы подрыва ЯЗ.

Вариант применения ЯСВ в режиме заглубленного подрыва с обеспечением проникания ЯСВ в скальный грунт на глубину до ~7–9 м наиболее эффективен, однако может быть реализован из-за ограниченной ударостойкости ЯСВ только при обеспечении подхода ЯСВ к ОКО со скоростью ~800–1500 м/с, что является технически сложной задачей и может оказаться практически невозможным из-за требуемых на выполнение маневра сближения с ОКО затрат топлива и дефицита времени.

Конструкция ЯСВ для обеспечения работоспособности в режиме заглубленного подрыва выполняется ударостойкой. Специальных требований по быстродействию к системе подрыва не предъявляется, подрыв заряда производится в заданный момент времени после заглубления ЯСВ в грунт; может быть реализовано минирование ОКО одним или несколькими ЯСВ.

Для обеспечения требуемой глубины внедрения в грунт в состав ЯСВ входит КПЗ, подрываемый непосредственно перед встречей ЯСВ с ОКО на оптимальном расстоянии от последнего. Для задействия КПЗ используются датчики предконтактного подрыва.

На случай невозможности обеспечить подход ЯСВ к ОКО со скоростью ~800–1500 м/с предлагается вариант применения ЯСВ в режиме малоуглубленного подрыва (заглубление в скальный грунт до ~2,5–3 м), реализация которого принципиально возможна при скоростях подхода до ~30 км/с; при этом обеспечивается сопоставимая с заглубленным подрывом эффективность по величине сообщаемого ОКО импульса и масштабу разрушения.

Конструкция ЯСВ для реализации этого режима подрыва аналогична варианту для режима заглубленного подрыва. Существенным отличием является необходимость обеспечения специальных требований по быстродействию системы подрыва заряда. Подрыв заряда должен производиться на начальном участке внедрения ЯСВ в грунт до момента, когда действующие перегрузки превысят порог разрушения ЯЗ. Для подрыва заряда может быть использовано временное устройство, включаемое предконтактным датчиком цели; временная задержка определяется средствами автоматики ЯСВ или СУ носителя в зависимости от условий подхода ЯСВ к цели. Кроме того, для обеспечения срабатывания ЯЗ до его разрушения в систему подрыва ЯЗ целесообразно включить датчики предельных нагрузок.

Ниже рассматриваются отдельные основные элементы ЯСВ, обеспечивающие его функционирование на траектории сближения и взаимодействия с ОКО.

Система взведения ЯЗ предназначена для подготовки ЯЗ к подрыву. Взведение ЯЗ производится после снятия всех ступеней предохранения на конечном участке траектории подхода к ОКО по команде СУ носителя, формируемой в заданный момент времени, определяемый конкретными характеристиками ЯСВ.

Многоступенчатую систему предохранения предполагается формировать на основе применения включаемых последовательно в цепь управления подрывом ЯЗ приборов, принцип действия которых основан на использовании физических факторов полета ЯСВ, и электрических включателей, срабатывающих по специальным сигналам, вырабатываемым в полете СУ носителя только в случае, если полет происходит нормально. При анализе построения системы предохранения рассмотрена возможность использования приборов инерционного типа, срабатывающих на участке работы ускорителей носителя, бароприборов и датчиков температуры, фиксирующих наличие космического вакуума.

В системе подрыва КПЗ предполагается использовать предконтактный датчик цели с ВУ задержки подрыва. Рассматриваются варианты предконтактного датчика подрыва на основе телескопического выдвижного контактного датчика, радиодатчика, лазерного датчика. Использование ВУ должно обеспечить задействие КПЗ на оптимальном расстоянии от поверхности ОКО. Временная задержка определяется в зависимости от скорости сближения ЯСВ с ОКО средствами СУ носителя. Предполагается дублирование команды на подрыв КПЗ контактным датчиком цели.

В системе подрыва ЯЗ для обеспечения приповерхностного подрыва рассматриваются варианты формирования команды на подрыв на заданном расстоянии от ОКО средствами СУ носителя, РД, ЛД.

При применении ЯСВ в режиме заглубленного подрыва для формирования команды на подрыв ЯЗ предполагается использовать ВУ, запускаемое предконтактным или контактным датчиком цели. Для дублирования команды на подрыв предполагается использовать малоинерционные датчики предельных нагрузок с порогом срабатывания, обеспечивающим подрыв ЯЗ до его разрушения при превышении допустимого уровня перегрузок при внедрении ЯСВ в грунт ОКО. В этом режиме подрыв ЯЗ может производиться как непосредственно после внедрения ЯСВ в грунт, так и в режиме минирования через заданное время после заглубления.

В режиме малоуглубленного подрыва необходимо обеспечить подрыв ЯЗ на начальном участке внедрения ЯСВ в грунт раньше, чем действующие перегрузки превысят порог разрушения ЯЗ. Для формирования команды на подрыв ЯЗ в этом режиме предполагается использовать запускае-

мое при срабатывании предконтактного датчика высокоточное ВУ с переменным, зависящим от скорости подхода ЯСВ к ОКО, временем задержки. Для дублирования команды на подрыв предполагается использовать малоинерционные датчики предельных нагрузок. Задействование системы подрыва ЯЗ в этом режиме производится до встречи ЯСВ с грунтом ОКО на расстоянии, определяемом инерционностью системы подрыва ЯЗ и временем достижения действующими при внедрении нагрузками порога разрушения ЯЗ.

Для обеспечения заглубленного и малозаглубленного подрыва в ЯСВ должны использоваться равнопрочные с ЯЗ элементы автоматики и ИТ.

При необходимости ликвидации или аварийного подрыва ЯСВ в случаях реализации нештатных ситуаций полета предполагается использовать специальную команду, формируемую СУ носителя.

Рассматривается возможность формирования команды на ликвидацию или аварийный подрыв автономными средствами, используя для этой цели временное устройство, запускаемое по срабатыванию РД или ЛД при подходе к ОКО. Для выбора режима подрыва или принятия решения о ликвидации ЯСВ

в зависимости от конкретной ситуации полета и сближения ЯСВ с ОКО в составе ЯСВ предполагается также использовать логическое устройство. Возможны и другие варианты построения системы ликвидации ЯСВ.

Блок-схема ЯСВ, определяющая состав и взаимодействие основных элементов ЯСВ, приведена на рис. 4; схемы функционирования ЯСВ в режимах приповерхностного и заглубленного подрывов представлены на рис. 5, 6.

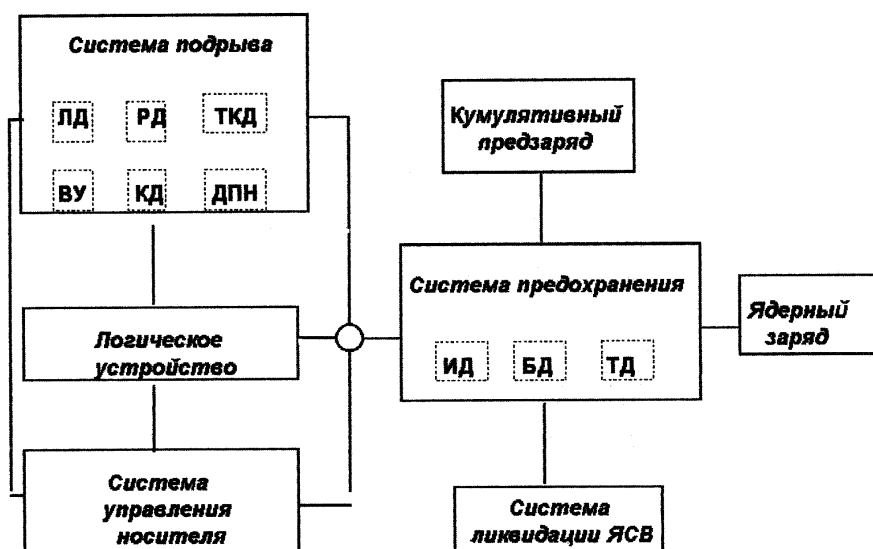


Рис. 4. Блок-схема ЯСВ:

БД — датчик давления (бародатчик); ВУ — временное устройство; ДПН — датчик предельных нагрузок; ИД — инерционный датчик; КД — контактный датчик; ЛД — лазерный датчик; РД — радиодатчик; ТД — датчик температуры; ТКД — телескопический выдвижной контактный датчик.

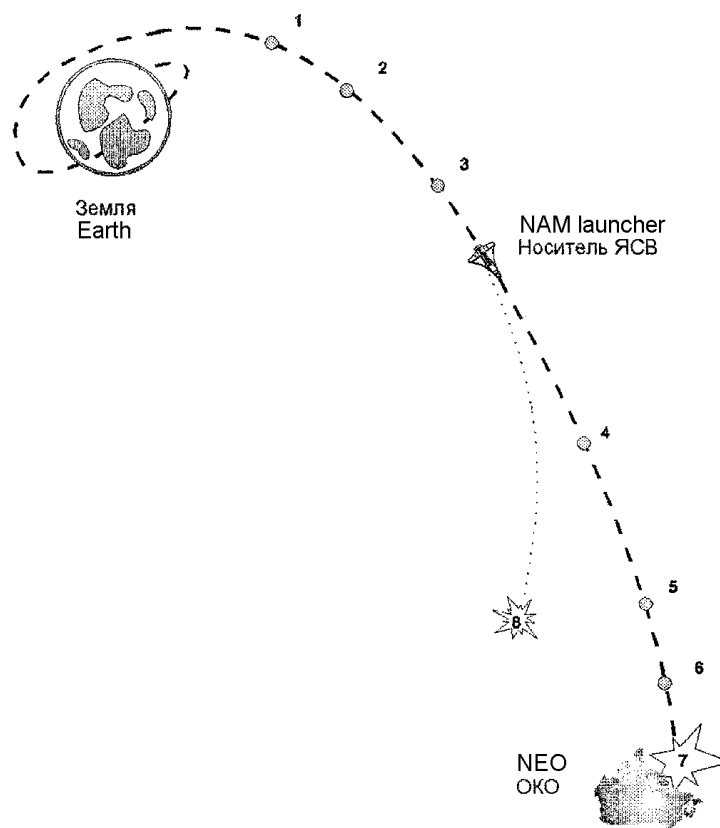


Рис. 5. Схема функционирования ЯСВ на траектории:

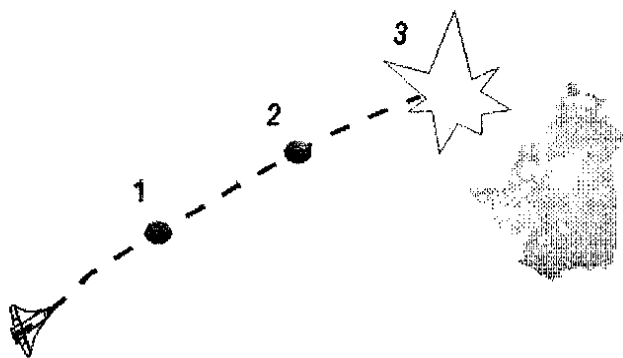
1 — снятие инерционной ступени предохранения; 2 — снятие термо/барометрической ступени предохранения; 3 — снятие электрической ступени предохранения по команде от СУ носителя ЯСВ; 4 — задействование источника тока; 5 — взведение ЯЗ; 6 — выдача команды на подрыв ЯЗ системой управления или формирование ее автономными средствами ЯСВ; 7 — штатное срабатывание ЯЗ; 8 — ликвидация ЯСВ в случае промаха.

Анализируя состав ЯСВ, следует отметить, что практически на все компоненты модулей ЯСВ имеются технические решения, позволяющие с твердой уверенностью заявить о возможности создания системы автоматики ЯСВ.

На основании анализа уровня технологического развития ведущих ядерных стран мира можно сделать вывод, что создание ЯСВ с учетом особенностей решения задачи доставки ЯСВ к ОКО, принципиально возможно.

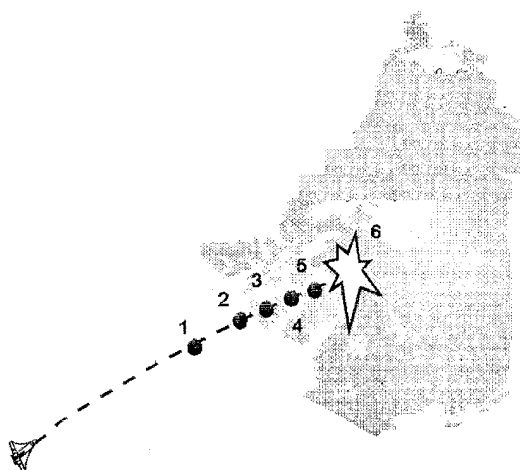
На последующих этапах работ по созданию ядерных средств воздействия на ОКО необходимо выполнить расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в части:

- исследования состава и структуры ОКО;
- разработки конструкции зондов для исследования характеристик ОКО;
- определения характеристик взаимодействия ЯСВ при проникании в грунт во всем диапазоне возможных условий подхода к ОКО;
- оценки эффективности воздействия на ОКО разного состава ЯЗ различной мощности для всех режимов подрыва (с оценкой действия на ОКО светового и рентгеновского излучений, сейсмического воздействия);
- обоснования оптимального состава и схемы применения одиночных ЯСВ и наряда ЯСВ, в том числе для варианта минирования;
- обоснования дополнительных требований к ЯСВ в условиях группового применения для обеспечения взаимонепоражения и исключения преждевременного подрыва ЯСВ;
- оценки возможностей носителя по обеспечению требуемых условий подхода ЯСВ к ОКО;
- детальной проработки состава и логики функционирования системы автоматики ЯСВ;
- определения характеристик функционирования КПЗ при взаимодействии с грунтом; оценки воздействия КПЗ на элементы ЯСВ; оптимизация конструкции КПЗ и ЯСВ в целом;
- экспериментальной проверки работоспособности элементов ЯСВ при космических скоростях.



Приповерхностный подрыв ЯСВ:

1 — взведение ЯЗ; 2 — выдача команды на подрыв ЯЗ системой управления носителя или формирования ее автономными средствами ЯСВ; 3 — штатное срабатывание ЯЗ.



Заглубленный подрыв ЯСВ:

1 — срабатывание предконтактного датчика и запуска ВУ системы подрыва КПЗ и ВУ системы подрыва ЯЗ; — подрыв КПЗ; 2 — срабатывание контактных датчиков цели; 3 — срабатывание датчиков предельных нагрузок (вариант); 4 — срабатывание ВУ подрыва ЯЗ; 5 — подрыв ЯЗ.

Рис. 6. Схема функционирования ЯСВ для различных режимов подрыва

## Литература

1. Lowell L. Wood, Rod Hyde, Muriel Y. Ishikawa, Arno Ledebuhr "Problems of Earth Protection Against The Impact With Near-Earth Objects (SPE-94). Cosmic Bombardment IV: Averting Catastrophe In The Here-And-Now", Russian Federal Nuclear Centre, Chelyabinsk-70, Russia, 1994.
2. Нечай В.З., Ногин В.Н., Петров Д.В., Симоненко В.А., Шубин О.Н.. Ядерный взрыв вблизи поверхности астероидов и комет — II. Общее описание явления, РФЯЦ-ВНИИТФ.