

*Грошев А.Н.,
студент 6 курса
кафедра “Стартовые ракетные комплексы”*

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Россия, г. Москва

Научный руководитель: Волков А.В.,

выпускник (специалист)

кафедра “Подъёмно-транспортные машины”

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Россия, г. Москва

АГРЕГАТ ПОСАДКИ И ЭВАКУАЦИИ

***Аннотация:** Объектом исследования в данной работе стал анализ нештатных ситуаций, возникающих на стартовой площадке. Особое внимание уделялось спасению экипажа космического корабля. Представлено эффективное техническое решение ряда аварийных ситуаций с использованием агрегата посадки и эвакуации космонавтов.*

***Ключевые слова:** космодром, аварийная ситуация, система аварийного спасения, ракета-носитель, агрегат посадки и эвакуации, экипаж.*

***Annotation:** The object of research in this work was the analysis of abnormal situations arising on the launch pad. Special attention was paid to the rescue of the spacecraft crew. An effective technical solution to a number of emergencies using the landing and evacuation unit of astronauts is presented.*

***Key words:** cosmodrome, emergency, emergency rescue system, launch vehicle, landing and evacuation unit, crew.*

Актуальность применения агрегата посадки и эвакуации

За многолетнюю историю освоения космоса произошло несколько трагических событий, связанных с гибелью экипажа и обслуживающего персонала на стартовом сооружении и на активном участке выведения космического корабля на заданную орбиту. В результате проработок различных вариантов средств спасения космонавтов были разработаны системы аварийного спасения (САС) и ряд агрегатов посадки и эвакуации.

Впервые в отечественной космонавтике САС стала использоваться на ракете Р-7А, предназначенной для запуска пилотируемых кораблей в космос. В аварийной ситуации САС отстыковывалась от ракеты-носителя (РН), за счет твердотопливных двигателей отлетала на безопасное расстояние и осуществляла мягкую посадку.

На многоцветной транспортной космической системе (МТКС) «Энергия-Буран» такое средство спасения не подходило из-за большой массы и габаритов орбитального корабля. Поэтому было принято решение о создании агрегата посадки и эвакуации. Агрегат обеспечивал экстренную эвакуацию космонавтов из орбитального корабля и их дальнейшую защиту.

В настоящее время проходит замена серии РН «Союз» на более современный, такой как РН «Ангара». Для новых пилотируемых программ возможно использование тяжелого РН, также ведется проработка сверхтяжелого класса. Поэтому на данный момент задача создания агрегата для посадки космонавтов в пилотируемый транспортный корабль (ПТК) и экстренной их эвакуации, а также для обеспечения предстартовой операции с ПТК, является актуальной.

Анализ аварийных ситуаций является определяющим фактором для всех работ по безопасности, а его результаты во многом определяют последующие технические решения при разработке аварийно-спасательных средств. При анализе аварийных ситуаций рассматривают их распределение по месту (по бортовым и наземным системам) и по времени возникновения, определяют

причины и вероятность их появления, характер развития по времени, последствия и значимость для последующего полета.

Среди аварийных ситуаций, вероятность появления которых наиболее высока, следует выделить ситуации, вызванные отказами бортовых систем РН и ПТК, а также наземных стартовых систем. Подобные аварийные ситуации, как правило, подлежат наиболее тщательному анализу. Как показывают результаты летных испытаний ракетно-космической техники, отказы распределяются по системам неравномерно: наибольшая вероятность появления отказов - в бортовых системах РН, меньшая - в системах ПТК, еще меньшая - в наземных системах. Это обусловлено тем, что на участке выведения бортовые системы ПТК работают в основном в дежурном (менее напряженном по сравнению с рабочим) режиме, а в наземных системах значительно легче обеспечить высокую надежность и своевременный контроль.

Схема спасения экипажа

На этапе предстартовой подготовки наиболее вероятны пожаро- и взрывоопасные ситуации, которые могут стать следствием возгорания компонентов заправляемой РН и других взрывоопасных компонентов. В случае возникновения нештатной ситуации должны приниматься все возможные меры, чтобы остановить процесс подготовки РН к пуску, а также меры по спасению экипажа, обслуживающего персонала, космического корабля и стартового комплекса. Спасение стартового комплекса и ПТК возложено на системы пожаротушения. Экипаж космического корабля целесообразно эвакуировать в защитное сооружение.

На этапе выведения РН на заданную орбиту должна использоваться САС.

В зависимости от возникновения аварии в определенный момент используются 3 программы действия САС (рис. 1).

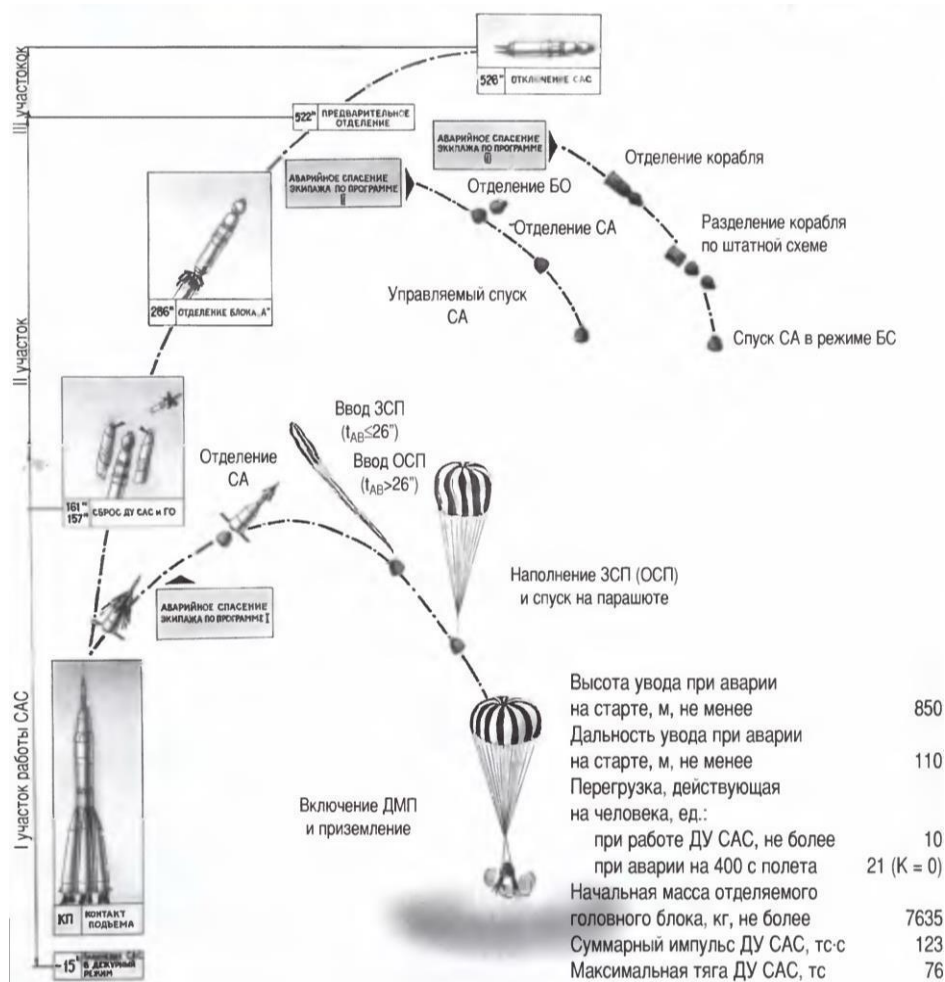


Рисунок 1. Схема работы САС

Основные наиболее вероятные причины экстренной эвакуации космонавтов с помощью агрегата посадки и эвакуации космонавтов (АПЭК) а также САС представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Этап полета	Тип нештатной ситуации	Способ спасения
Предстартовая подготовка	Пожарно-взрывоопасная ситуация на стартовой позиции или борту ПТК	Эвакуация экипажа ПТК с помощью АПЭК в защитное сооружение
	Токсичность атмосферы (задымление) ПТК	
	Отказ системы управления (гироскопы, временные механизмы и другие приборы)	
	Отказы в электро-, пневмо- и гидрокоммуникациях	
	Разгерметизация и падение давления в баках ДУ и ступеней РН при их заправке	
	Отказ ДУ, отмена старта	
	Пожар на стартовой позиции или борту ПТК	
Выведение и орбитальный полет	Отказ 1-го или нескольких ДУ	САС
	Аварийные режимы отделения КК от РН	
	Неуправляемый полет	

На современном этапе развития космической техники многие нештатные ситуации решаются с помощью автоматизации бортовых и наземных систем, которая позволяет прогнозировать и предотвращать катастрофическое развитие

аварийных ситуаций. Развитие пилотируемой космонавтики требует создания надежных, эффективных средств спасения экипажа. Помимо этого, важными задачами будут сохранение невредимыми стартового комплекса и спасение всей РН. Поэтому особое внимание должно уделяться средствам наземного спасения экипажа. Решением этой задачи может стать введение на стартовом комплексе агрегата посадки и эвакуации космонавтов.

Агрегат посадки и эвакуации космонавтов

АПЭК предназначен для экстренного спасения экипажа и обслуживающего персонала, обеспечивающих доставку по сложным переходам, находящимся на большой высоте, и собственно посадку в ПТК космонавтов в громоздком летном снаряжении.

АПЭК выполняет следующие функции:

1. Доставку космонавтов на уровень посадки с помощью лифта.
2. Проход космонавтов через кабину агрегата.
3. Экстренную эвакуацию космонавтов в случае аварийной ситуации в защитное сооружение.
4. Размещения коммуникаций для обеспечения температурно-влажностного режима (ТВР) и технологических систем.
5. Защиты космонавтов, находящихся в защитном сооружении.

Отвода от ракеты-носителя кабины посадки с помощью гидропневмопривода.

АПЭК состоит из следующих основных частей (рис. 2):

1. Башни.
2. Кабины.
3. Стационарный чехол.
4. Эвакуационной галереи.
5. Опорные металлоконструкции.
6. Защитного сооружения.

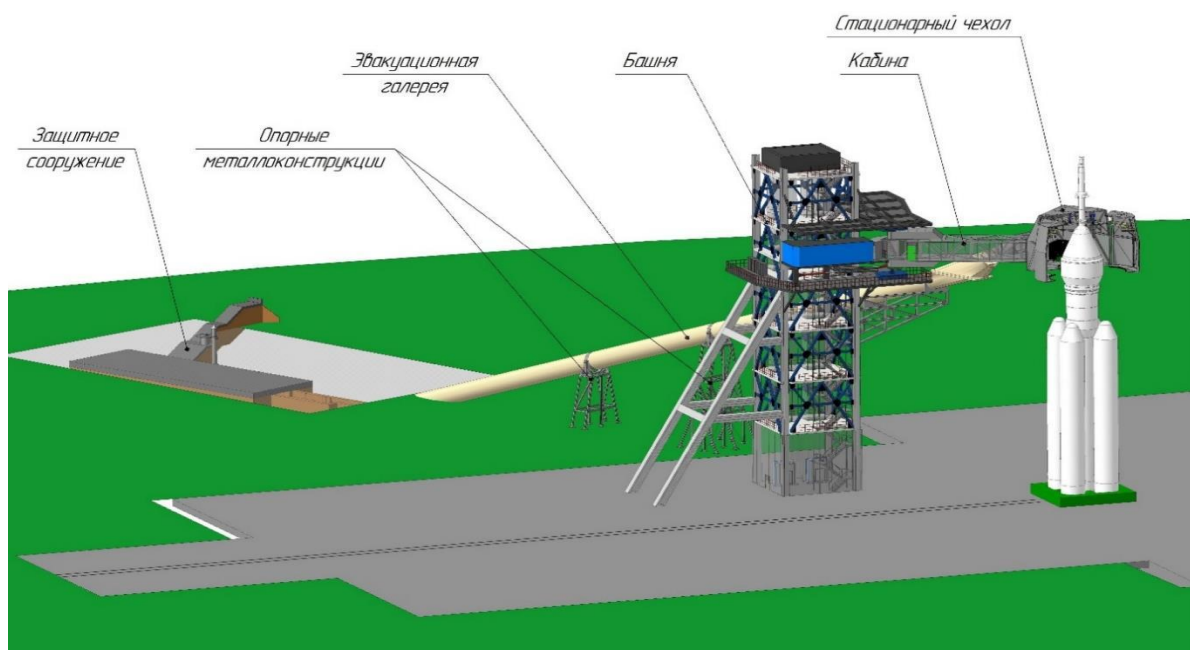


Рисунок 2. Общий вид агрегата посадки и эвакуации космонавтов

АПЭК выполнен в виде стационарной установки башенного типа (рис. 3). Башня соединена с защитным сооружением эвакуационной галереей. Башня установлена вертикально вблизи стартового сооружения и представляет собой ствол состоящий из четырех колонн, выполненных в виде сварных балок и связанных посредством плоских рам и подкосов вдоль всей высоты башни. С противоположной стороны от поворотной кабины к башне идут подкосы, выполненные в виде сварных балок коробчатого сечения, позволяющие компенсировать опрокидывающий и крутящий моменты, возникающие при движении кабины и газодинамическое воздействие на башню при запуске РН. На башне закреплены опорные рамы, представляющие из себя решетчатую рамную металлоконструкцию. Между рамами установлена поворотная кабина и размещено оборудование устройства отвода/подвода. Поворотная кабина перемещается с помощью гидropневмопривода. Также на башне установлены опоры неподвижной части эвакуационной галереи. Внутри башни установлены два лифта, лестничные марши, кабельные короба для проходящих вертикально по стволу коммуникаций агрегата и воздуховоды.

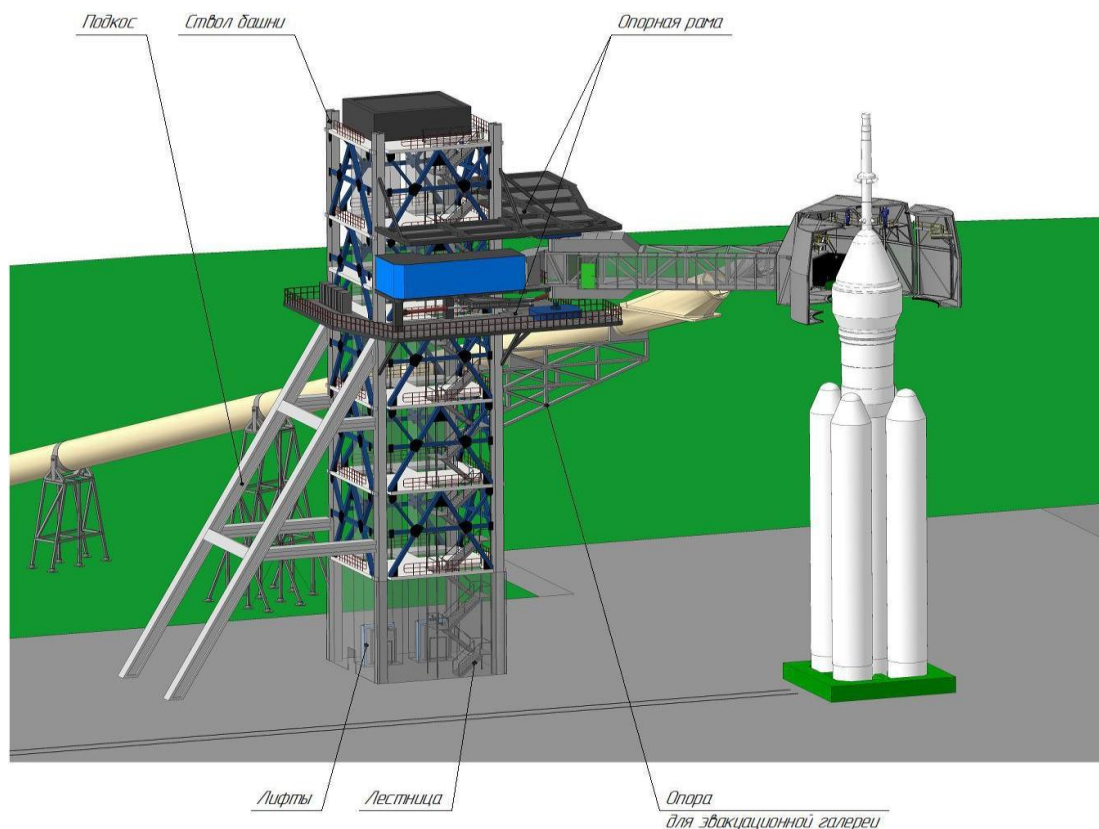


Рисунок 3. Общий вид агрегата посадки и эвакуации космонавтов

Поворотная кабина представляет из себя ферменно-балочную конструкцию. Она устанавливается между опорными рамами и подводится/отводится к ПТК с помощью гидropневмопривода. Внутри кабины имеется зона предварительной очистки экипажа, а также оборудование для наддува кабины избыточным давлением. Кабина обеспечивает посадку непосредственно в ПТК, а также экстренную эвакуацию экипажа. На конце поворотной кабины установлен стационарный чехол, в котором размещено технологическое оборудование (рис. 4).

Стационарный чехол состоит из неподвижной части и двух поворотных секций, которые, смыкаясь, образуют замкнутый контур вокруг космической головной части. В стационарном чехле размещены лестницы, трапы, неподвижные и выдвигаемые площадки, позволяющие обслуживать головную часть со всех сторон.

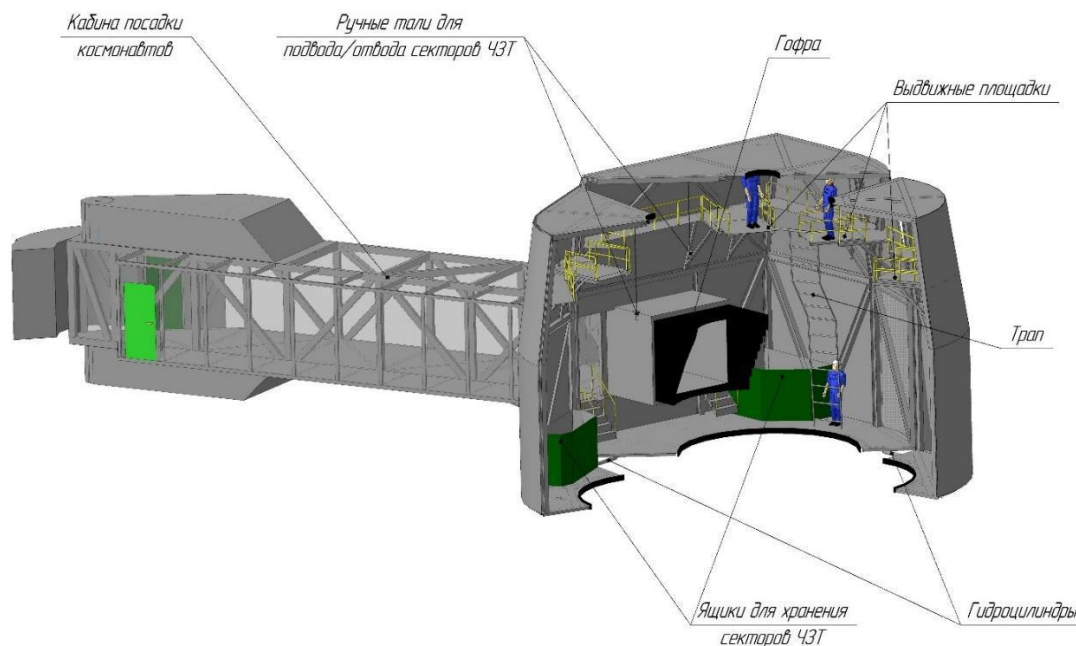


Рисунок 4. Общий вид стационарного чехла

Эвакуационная галерея представляет из себя эвакуационный склиз для эвакуации и защиты экипажа и обслуживающего персонала от внешних воздействий в аварийных ситуациях. Она состоит из подвижной и неподвижной частей. Подвижная часть эвакуационной галереи закреплена на поворотной кабине. Опоры неподвижной части эвакуационной галереи расположены между башней и защитным сооружением. Подвижная часть эвакуационной галереи подводится к неподвижной части по заданной траектории. Для компенсации продольных перемещений от температурной деформации галереи в ее составе имеется компенсатор.

Эвакуационная галерея выполнена в виде цилиндрической оболочки. Под оболочкой расположены стрингеры и кольцевые шпангоуты. Внутри галереи смонтированы лестница и склиз. Кроме того, в галерее размещено устройство подачи воды на склиз необходимое для снижения трения, возникающего при движении по нему.

Склиз выполнен в виде желоба, имеющего две боковые стенки и настил и состоит из трех участков: разгонного, движения с постоянной скоростью и торможения. При движении экипажа по склизу торможение происходит за счет трения скафандра о настил.

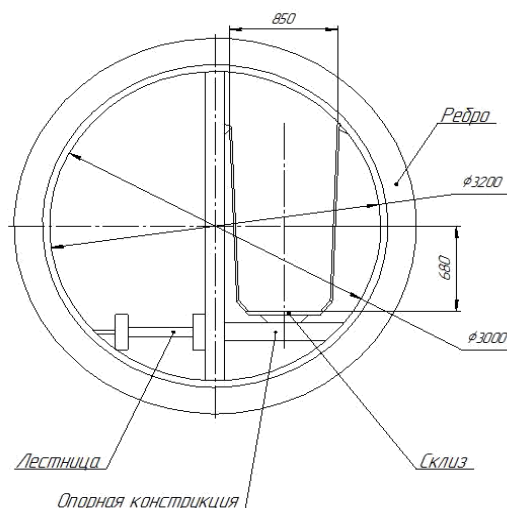


Рисунок 5. Поперечное сечение эвакуационной галереи

Гидропневмопривод позволяет обеспечивать медленный подвод/отвод поворотной кабины за счет гидравлической части и экстренный подвод за счет пневматической части используя энергию сжатого газа. При медленном подводе жидкость поступает в рабочую полость гидроцилиндра, происходит выдвижение штока и поворотная кабина подводится к ПТК. Отвод кабины происходит аналогично, но теперь жидкость поступает в полость противодействия. При экстренном подводе поворотной кабины подрываются пиропатроны пусковых клапанов пневмопривода и сжатый газ из баллонов поступает в газовую полость гидропневмоцилиндра. Газ под давлением перемещает мембрану, сдавливая рабочую жидкость в полости прямого давления, скорость выдвижения штока и, следовательно, скорость движения кабины резко возрастают. Происходит экстренный подвод кабины к ПТК, и создаются условия для экстренной эвакуации экипажа.

Плавность и точность подвода поворотной кабины к ПТК обеспечивается путем определения геометрического соотношения рычага подвода, а также величиной силы, создаваемой гидропневмоцилиндром. Происходит преобразование поступательного движения гидропневмопривода во вращательное движение кабины. Это позволяет обеспечить быстрый подвод поворотной кабины к РН (порядка 10 секунд). Данный механизм состоит из

гидропневмопривода (1), рычага (2) и штанги (3) закрепленной к кабине (4) (рис. 6).

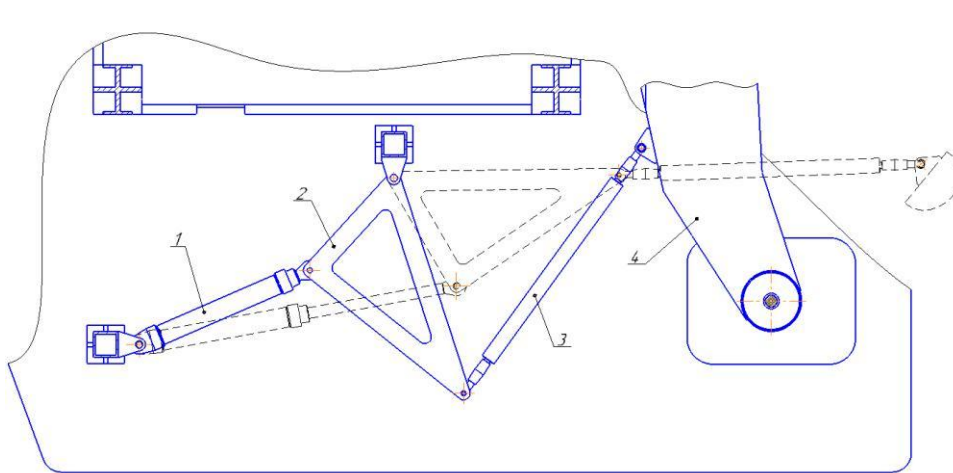


Рисунок 6. Состав механизма подъёма

После экстренного повода кабины к ПТК рабочая полость прямого давления, заполненная газом, вытесняется жидкостью. Таким образом происходит фиксация положения поворотной кабины.

Защитное сооружение представляет собой скрытое под землей железобетонное сооружение (рис. 7). Оно соединено с галереей эвакуации и предназначено для укрытия экипажа и обслуживающего персонала во время аварийной ситуации. После спуска экипажа или обслуживающего персонала по эвакуационной галерее, они попадают в защитное сооружение.

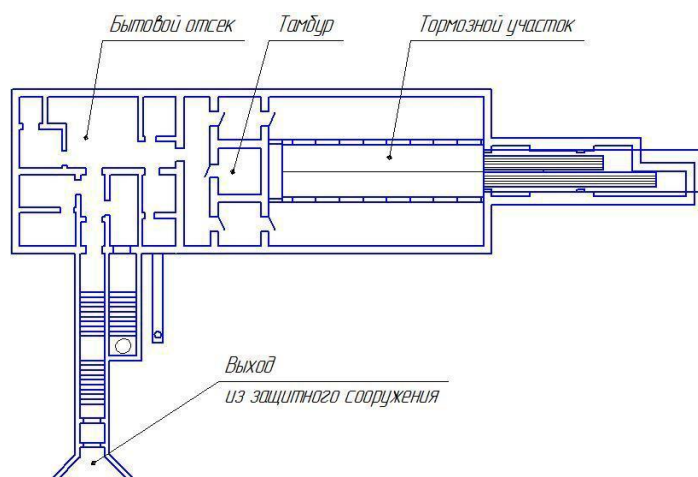


Рисунок 7. Планировка защитного сооружения

Вывод

Важной задачей пилотируемой космонавтики является безопасность экипажа и обслуживающего персонала на всех этапах подготовки к пуску, пуску и полете. Помимо этого, важными задачами будут сохранение невредимыми стартового комплекса и РН. Таким образом особое внимание должно уделяться средствам быстрого удаления экипажа и обслуживающего персонала от источников опасности. Комплексным решением этой задачи станет использование агрегата посадки и эвакуации космонавтов на этапе наземной подготовки и САС на этапе выведения и орбитального полета.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Береговой Г.Т., Ярополов В.И., Баранецкий И.И. Справочник по безопасности космических полетов/ Г.Т. Береговой, В.И. Ярополов, И.И. Баранецкий - М.: Машиностроение, 1989. - 336 с.

2. Бармин И.В. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники. Кн. 1,2/ И.В. Бармин - М.: И ДС «Полиграфикс РПК», 2005. - 416 с.

3. Патент на изобретение № 2641576, 21.09.2016. Наземный агрегат посадки и эвакуации космонавтов / Алеханов Ю.А., Волков А.В., Марков О.Ю., Первушин А.А., Полянский В.И.