|  |  |
| --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего профессионального образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | А |  | «Ракетные комплексы и космонавтика» |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | А1 |  | «Ракетостроения» |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина |  | Оценка эффективности изделий РКТ | | |

Курсовая работа на тему:

«Эффективность работы БР автономного морского базирования по групповой цели в условиях неточного целеуказания»

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | | А-133 |
| Шибаева А.А. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Афанасьев К.А. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 20\_\_\_\_ г. | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2017г.

**Содержание**

1. Введение …………………………………………………………….3
2. Анализ актуальности………………………………………………..4
3. Анализ физической картины………………………………………12
4. Операционная модель……………………………………………...13
5. Список математических моделей…………………………………16
6. Программное обеспечение………………………………………...18
7. Выводы……………………………………………………………..24
8. Список литературы………………………………………………..25
9. Приложение………………………………………………………..26

**1.Введение**

В данной курсовой работе рассматривается анализ возможности создания баллистической ракеты автономного подводного базирования.

Цель работы.

Целью выполнения работы является выявление эффективности работы изделия по групповой цели в условиях неточного целеуказания. То есть исследуется вероятность поражения цели от расстояния до эпицентра взрыва, для различных мощностей зарядов.

**2. Анализ актуальностип**

Актуальностью данной курсовой работы является то, что в мире не существует аналогов баллистической ракеты автономного подводного базирования. Эта работа является анализом возможности создания такого изделия.

За прототип баллистической ракеты для создания ракеты автономного подводного базирования, возьмем БР Р-27. По ее масса-габаритным характеристикам, можно оценить размеры и габариты ТПК. А также, зная ТТХ, можем определить массу забрасываемой БЧ и дальность стрельбы БР автономного подводного базирования.

**Р-27** (индекс УРАВ ВМФ — **4К10**, код СНВ — **РСМ-25**, по классификации МО США и НАТО — **SS-N-6 Mod 1, Serb**) — советская жидкостная одноступенчатая баллистическая ракета комплекса Д-5, размещаемого на подводных лодках (БРПЛ) проекта 667А и 667АУ. Разработка ракеты велась в СКБ-385 под руководством главного конструктора Макеева В. П. с 1962 по 1968 год. Принята на вооружение 13 марта 1968 года. На сегодняшний момент снята с вооружения. Последний запуск в рамках боевой подготовки произведён в 1988 году. С 1991 по 1993 год были проведены три запуска ракеты-носителя «Зыбь», созданного на базе Р-27.

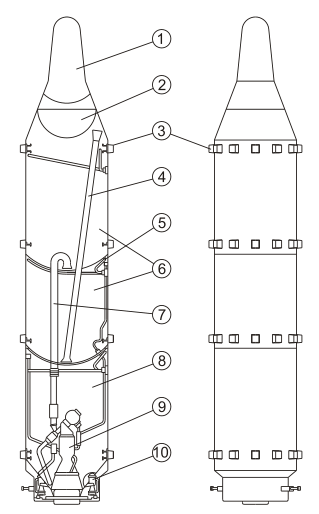


Схема ракеты Р-27

1 — моноблочная головная часть; 2 — приборный отсек; 3 — резинометаллические амортизаторы; 4 — система перелива окислителя из нижнего полубака в верхний; 5 — патрубки системы наддува баков; 6 — верхний и нижний полубаки окислителя; 7 — система забора окислителя; 8 — бак горючего; 9 — маршевый блок двигателя; 10 — рулевой блок.



Тактико-технические характеристики ракеты Р-27:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Р-27** |  | | | |
| Тип ракеты | БРПЛ | | | | |
| Индекс ГРАУ | 4К10 |  | |  | |
| Код [СНВ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%9D%D0%92-1) | РСМ-25 |  | | |
| Код НАТО | SS-N-6 Mod 1 «Serb» |
| Комплекс | Д-5 |
| Носитель (подводная лодка) | проект 667А |
| Количество пусковых установок | 16 |  | | | |  |
| **Данные ракеты** | | | | | | |
| Количество ступеней | 1 |
| Двигатель | [ЖРД](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) 4Д10 |  | | | | |
| **Массогабаритные показатели** | | | | | | |
| Масса ракеты, кг | 14 200 |
| Длина, мм | 8890 |
| Диаметр, мм | 1500 | | | | |  |
| **Полезная нагрузка** | | | | | | |
| Масса головной части, кг | 650 |
| Тип головной части | [моноблочная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%93%D0%A7) | | |
| Мощность ядерного заряда | 1 Мт (0,6—1,2 Мт) |  |
| КВО, км | 1,9 (1,1) |
| **Параметры траектории** | | | | | | |
| Скорость в конце активного участка, м/с | 4400 |  | |  | |  |
| Высота в конце активного участка, км | 120 |  | |  | |  |
| Время активного участка, с | 128,5 |  | |  | |  |
| Максимальная высота, км | 620 |  | |  | |  |
| Максимальная дальность, км | 2500 (2400) |
| Скорость встречи с целью, м/с | 300 |

Так как БР автономного подводного базирования, то целью поражения являются морские корабли и авианесущие ударные группы (АУГ).

**Авианосец** — [класс](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%B9) боевых кораблей, приспособленный для обслуживания и базирования авиации в качестве подвижного аэродрома и базы авиации, действующей в открытом море; является носителем ядерного и ракетного оружия; основной ударной силой авианосца является палубная авиация.

Возглавляя авианосные ударные группы, авианосцы являются оперативно-тактически высокомобильными боевыми единицами, позволяющими быстро концентрировать значительные силы в любой области Мирового океана.

**Авианосная ударная группа (группировка)** (**АУГ**) — оперативное соединение кораблей уровня бригады-дивизии, боевым ядром которого является многоцелевой авианосец (АВМ). Авианосцы никогда не действуют в одиночку, а всегда в составе так называемых авианосных групп: ударной (АУГ), многоцелевой (АМГ) или противолодочной (АПУГ). При этом ударный авианосец является ядром соединения. Более крупное оперативное объединение из нескольких авианосцев и обеспечивающих их корабельных группировок называется авианосным ударным объединением (авианосной эскадрой; в ВМС США — [оперативным флотом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%84%D0%BB%D0%BE%D1%82)).

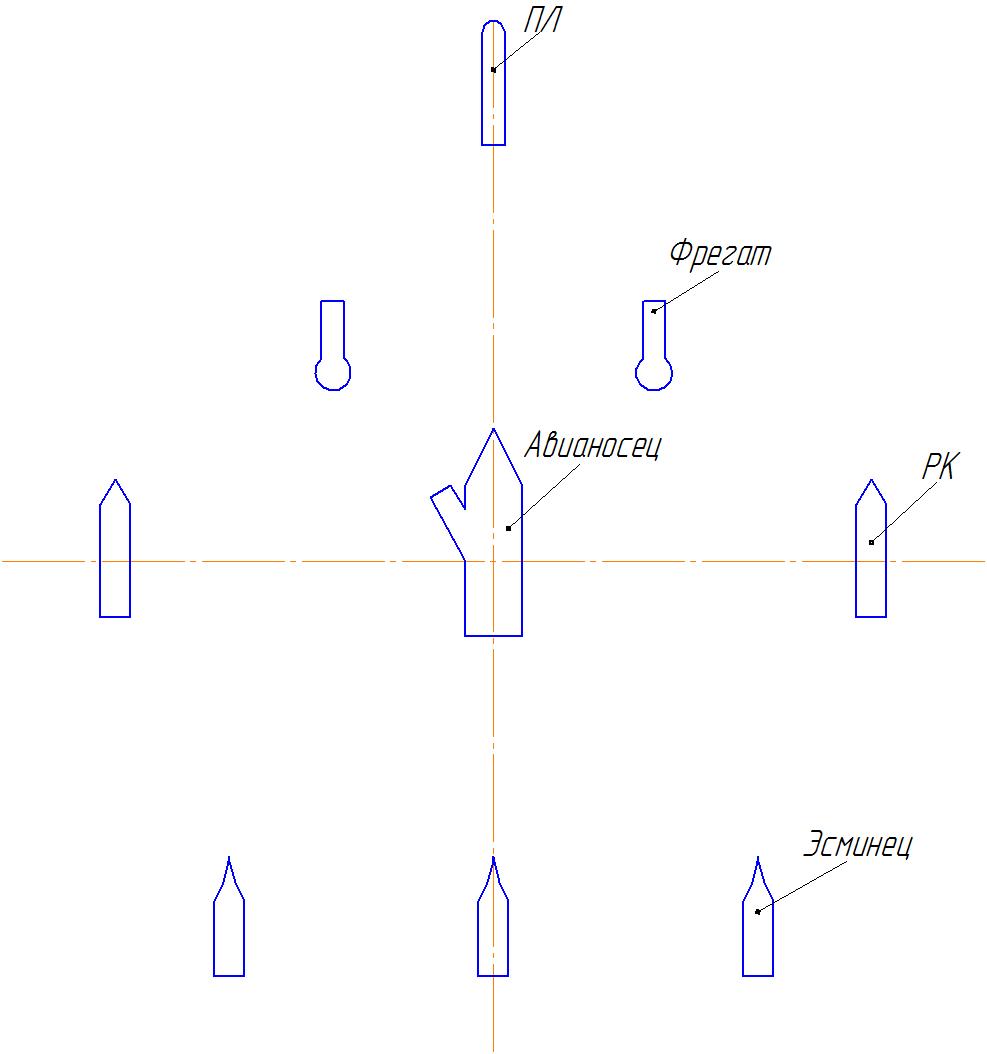
**2.1Физическая картина процесса.**

**В походном строю АУГ судна расположены следующим образом:**

* в авангарде, с большим опережением, идет ПЛА;
* РК расположены справа и слева относительно авианосца, защищая боковое направление;
* ЭМ прикрывают тыл, следовательно, плывут позади авианосца;
* Фрегаты обеспечиваю защиту от ПЛ по секторам, поэтому плывут недалеко от авианосца.

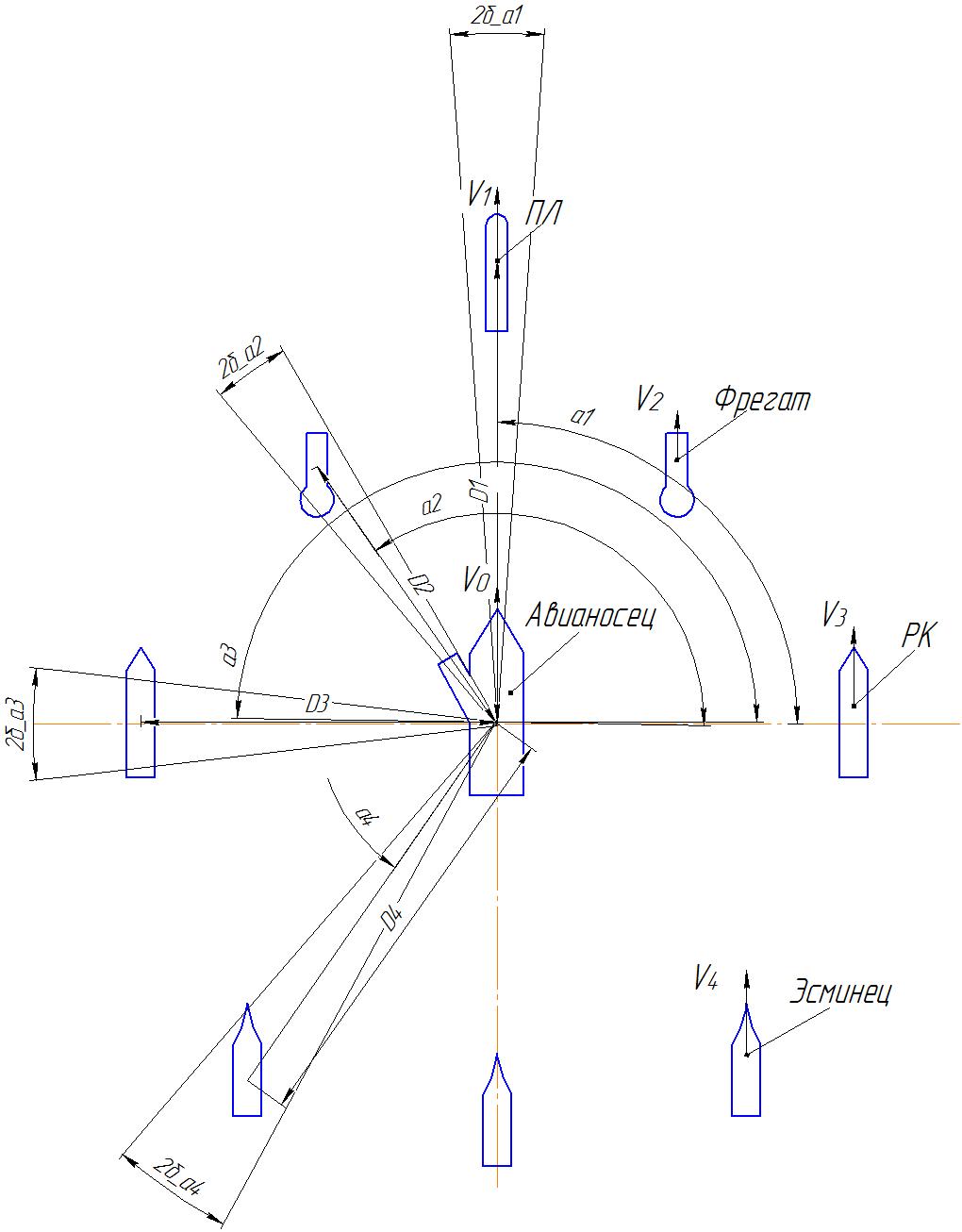
**Расположение суден относительно Авианосного флагмана показано на рисунке.**

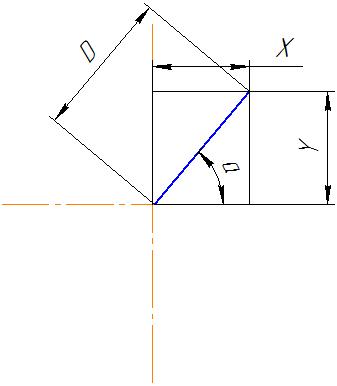
РК – ракетный крейсер, АУР-авианосная ударная группа, ПЛ- подводная лодка.



**2.2 Разработка математической модели.**

Модель движения АУГ: реализует расположение составляющих АУГ, а именно расположение: РК, эсминцев, фрегатов, ПЛ (подводная лодка) относительно авианосца. Модель движения АУГ определяет взаимное расположение кораблей ПЛ и авианосца. На рисунке представлены параметры, влияющие на движение АУГ.

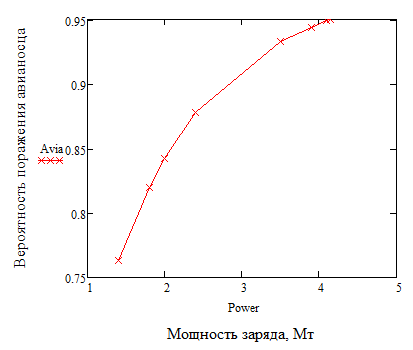


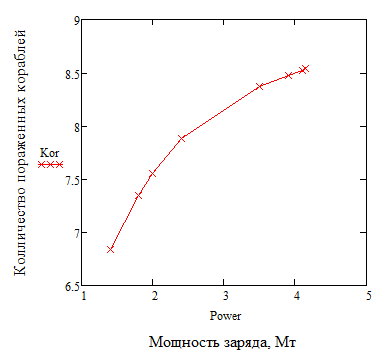
**** Координаты любой единицы АУГ можно определить, зная дистанцию до авианосца и угол. Необходим переход из полярной системы координат в декартовую. На рисунке представлены эти системы координат.

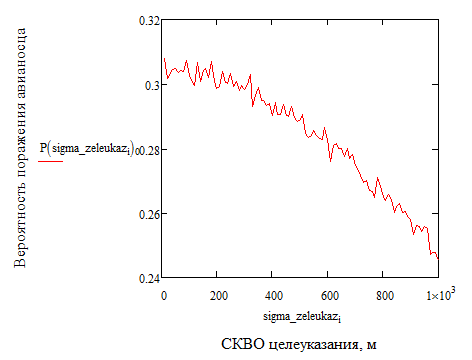
Отсюда следует:

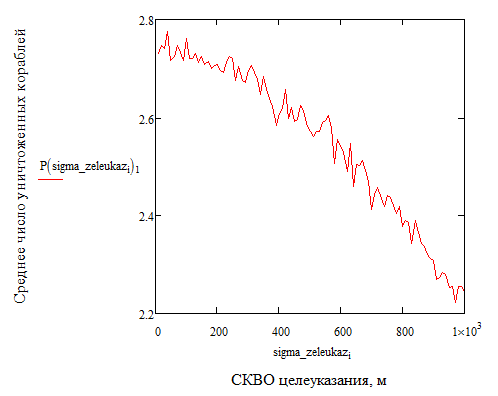
Допущение:

Все корабли, попавшие в радиус поражения, считаются уничтоженными.









Для поражения авианосца при СКВО целеуказания 1000 м, с вероятностью с 0,95 необходим заряд мощностью 41,5 Мт (радиусом поражения 5280 м).

Применение такого мощного заряда, нецелесообразно, альтернативой является применение группы ракет с более малой мощностью.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность заряда | | P поражения | | СКВО |
| 1 Мт |  | 0,273 |  | 200 |
|  |  | 0,266 |  | 400 |
|  |  | 0,253 |  | 600 |
|  |  | 0,238 |  | 800 |
|  |  | 0,22 |  | 1000 |
| 2 Мт |  | 0,392 |  | 200 |
|  |  | 0,388 |  | 400 |
|  |  | 0,373 |  | 600 |
|  |  | 0,353 |  | 800 |
|  |  | 0,328 |  | 1000 |
| 41,5 Мт |  | 0,972 |  | 200 |
|  |  | 0,971 |  | 400 |
|  |  | 0,971 |  | 600 |
|  |  | 0,962 |  | 800 |
|  |  | 0,951 |  | 1000 |

**2.3.Вывод.**

В работе рассматривается вероятность поражения авианосца и кораблей, находящихся в авианосной ударной группе. Проведя исследование можно сделать вывод, что вероятность поражения авианосца, БР старого поколения очень мала, а количество пораженных кораблей, находящихся в авианосной ударной группе, незначительно (поражены от 2 до 3 кораблей, в группе из 9 кораблей). Для эффективного поражения цели нужна более новая ракета, с маленьким квадратическим отклонением.

И так как в работе мы рассматриваем БР подводного базирования, то из исследований можно сделать вывод, что нецелесообразно стрелять по группе кораблей одной ракетой. Для увеличения вероятности поражения групповой цели, лучше использовать группу ракет.

**3.Анализ физической картины.**

Баллистическая ракета находится в контейнере, который заякорен на дне. Ракета находится в спящем режиме до тех пор, пока на неё не придет сигнал о готовности к старту. Как только сигнал пришел, баллистическая ракета наводится на цель и осуществляет подводный старт. Баллистическая ракета может стрелять как по водным, так и по наземным целям.

После эксплуатации изделия возникает проблема утилизации изделия.

Если контейнер с БР будет обнаружен противником, существует два варианта самоуничтожения изделия:

-при приближении противника к контейнеру, подавать сигнал с БР, что на ней находится ядерная БЧ. То есть такая система будет пугать противника, что при приближении к контейнеру будет ядерный взрыв.

-альтернативой может быть неядерная взрывная разборка изделия, с помощью нескольких взрывных устройств. БЧ герметизируется, чтобы не было утечки радиации.

Главным средством маскировки изделия, является регулярная смена точки базирования ракеты.

**4. Операционная модель.**

-Разборка изделия с помощью небольших взрывных устройств

-Герметизация БЧ

-Попытка помешать стыковки БР с контейнером

-Доставка БР к месту сборки

-Стыковка ракеты с транспортно-пусковым контейнером

Самоуничтожение

Полёт и выполнение БР целевой функции

Запуск БР

Прием команды на запуск

Транспортировка контейнера к месту базирования

Ожидание

Закрепление контейнера (заякорение)

Соединение ракеты с ТПК

-Атака подводной лодки

-Попытка помешать транспортировке

-Погрузка контейнера с БР в подводную лодку

-Закрепление БР на подводной лодке

-Доставка БР на место дислокации

Утилизация изделия

-Выгрузка контейнера с подводной лодки

-Закрепление этого контейнера на дне моря с помощью якоря

-Попытка обнаружения изделия

-Попытка помешать установке на якорь

-Попытка уничтожения изделия

-воздействие шумов

-воздействие помех

-морской мусор

-

-Поиск контейнера с БР

-Подача сигнала об обнаружении контейнера

-Спящий режим

-Готовность принять сигнал на запуск

-Предотвращение акустических, электромагнитных шумов

Возможность предотвращения этого запуска

-Запуск перехватчика БР

-Создание помех для запуска БР

-Прием сигнала о нахождении цели

-прием сигнала о запуске

-Подготовка к запуску

-Перехват БР

-оборона

-запуск своих БР

-возможность обезвреживания БР

-Старт БР (подводный)

-Выход на траекторию

-морской ветер

-волны

-Обнаружение цели

-Полет

-Поражение цели или промах

4.1 Описание операционной модели жизненного цикла БР автономного подводного базирования.

Автономное устройство подводного базирования состоит из:

-баллистическая ракета

-транспортно-пусковой контейнер

-устройство для заякорения (якорь)

Все операции с данным изделием начинаются с соединения ракеты с транспортно-пусковым контейнером. БР доставляется к месту сборки с контейнером и там, стыкуется с ним. Со стороны противника, на данном этапе, будут попытки помешать стыковке БР с контейнером. Далее, осуществляется транспортировка контейнера к месту базирования. Для начала контейнер с БР погружают на подводную лодку, закрепляют его, чтобы избежать ударов и повреждений БР.

После того, как все эти действия выполнены, осуществляется сама доставка изделия к месту дислокации. Для того, чтобы помешать доставке контейнера к месту базирования, противник может атаковать подводную лодку, тем самым помешав, транспортировке изделия.

Следующим действием является закрепление контейнера, то есть его заякорение на дне, с помощью якоря. Контейнер выгружается с подводной лодки и закрепляется на дне морском, с помощью якоря. Затем начинается процесс ожидания, БР находится в спящем режиме. Чтобы замаскировать ракету, необходимо предотвращать акустические и электромагнитные шумы, минимизировать их. Также ракета находится в режиме готовности принять сигнал на запуск. Как только цель будет обнаружена, на ракету придет сигнал о запуске, то есть ракета будет осуществлять прием сигнала о нахождении цели, затем прием команды на запуск. После чего начинается подготовка БР к запуску. Так как устройство подводного базирования, то старт БР будет подводный. Затем БР выходит на траекторию, обнаруживает цель и осуществляет полет к цели. То есть ракета осуществляет полет и выполнение БР целевой функции, поражение цели или же промах.

Со стороны противника будут осуществляться различные попытки предотвращения запуска БР, создание помех для запуска БР, перехват БР, запуск своих БР, для возможного перехвата и обезвреживания данной БР.

Со стороны окружающей среды, так как ракета находится под водой, то сильное влияние окажут воздействие шумов, помех и морской мусор. А во время полета БР, на нее будут действовать морской ветер, а соответственно и волны с моря.

**5.Список математических моделей.**

1. **Избыточное давление на фронте ударной волны** при взрыве в воздухе на расстоянии

R > 12Rз, МПа, сосредоточенного заряда в воздухе: , где R – расстояние от эпицентра, вычисленное для взрыва в воздухе по теореме Пифагора из известных высоты подрыва и расстояния до эпицентра взрыва по поверхности.

1. **Удельный импульс**, определяемый для фазы сжатия, кПа · с: .
2. **Скоростной напор за фронтом ударной волны**, кг/(2·м·с2): , где k=1,4 – показатель адиабаты воздуха, , p0 – атмосферное давление (1 атм).
3. **Условный координатный закон поражения цели** строится по функции Лапласа:

, где – аргумент функции Лапласа, ∆pпор – избыточное давление, характеризующее стойкость цели (20 атм по заданию), σ∆p пор =(0,15-0,3) ∆pпор (принято 0,22∆pпор) – среднеквадратическое отклонение ∆pпор.

1. **Изменение избыточного давления во времени** в данной работе определяется по четырём характерным точкам: давление в момент прихода фронта ударной волны, нормальное давление в момент конца фазы сжатия, разряженное давление между концом фазы сжатия и концом фазы разряжения, нормальное давление в конце фазы разряжения.

Длительность фазы сжатия, с:

Длительность фазы разряжения, с :

Максимальное давление разряжения:

1. **Изменение скоростного напора за фронтом ударной волны во времени** определяется в тех же характерных точках, что и для избыточного давления, и в тех же координатах.

Расчётное соотношение: , где p0 – атмосферное давление, ρ0 – плотность воздуха (1,225кг/м3), a – скорость звука в воздухе (340 м/с),

M – число Маха: .

1. **Температура на фронте ударной волны**

**6. Программное обеспечение.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исследование параметров ядерных взрывов различной мощности. | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Зависимость избыточного давления на фронте ударной волны (атм) от расстояния до эпицентра приземного взрыва и мощности боевой части. | | | | | | | | | |
| Мощность заряда, Мт (ТНТ) | Расстояние до эпицентра взрыва, км | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| 0,8 | 11,4 | 9,1 | 7,4 | 6,1 | 5,2 | 4,4 | 3,8 | 3,3 | 2,9 |
| 1 | 13,9 | 11,0 | 9,0 | 7,4 | 6,2 | 5,3 | 4,6 | 4,0 | 3,5 |
| 1,2 | 16,3 | 12,9 | 10,5 | 8,7 | 7,3 | 6,2 | 5,3 | 4,6 | 4,0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зависимость удельного импульса на фронте ударной волны (атм·с) от расстояния до эпицентра приземного взрыва и мощности боевой части. | | | | | | | | | |
| Мощность заряда, Мт (ТНТ) | Расстояние до эпицентра взрыва, км | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| 0,8 | 3,3 | 3,1 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,9 |
| 1 | 3,6 | 3,3 | 3,0 | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,1 |
| 1,2 | 3,8 | 3,5 | 3,2 | 3,0 | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 2,3 | 2,2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зависимость скоростного напора за фронтом ударной волны (кг/(2·м·с2)) от расстояния до эпицентра приземного взрыва и мощности боевой части. | | | | | | | | | |
| Мощность заряда, Мт (ТНТ) | Расстояние до эпицентра взрыва, км | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| 0,8 | 1,79E+06 | 1,30E+06 | 9,63E+05 | 7,26E+05 | 5,55E+05 | 4,31E+05 | 3,38E+05 | 2,69E+05 | 2,17E+05 |
| 1 | 2,33E+06 | 1,71E+06 | 1,27E+06 | 9,64E+05 | 7,41E+05 | 5,77E+05 | 4,55E+05 | 3,62E+05 | 2,92E+05 |
| 1,2 | 2,88E+06 | 2,12E+06 | 1,59E+06 | 1,21E+06 | 9,35E+05 | 7,30E+05 | 5,77E+05 | 4,61E+05 | 3,72E+05 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зависимость температуры воздуха за фронтом ударной волны (°С) от расстояния до эпицентра приземного взрыва и мощности боевой части. | | | | | | | | | |
| Мощность заряда, Мт (ТНТ) | Расстояние до эпицентра взрыва, км | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| 0,8 | 152 | 125 | 105 | 90 | 78 | 69 | 62 | 56 | 52 |
| 1 | 181 | 148 | 123 | 105 | 91 | 80 | 71 | 64 | 58 |
| 1,2 | 210 | 170 | 141 | 119 | 103 | 90 | 80 | 71 | 65 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | плотность окружающего воздуха до взрыва: | | | | | 1,225 | кг/м3 |  |  |
|  | температура окружающего воздуха до взрыва: | | | | | 20 | °С |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный координатный закон поражения цели (вероятность поражения цели с заданным избыточным давлением поражения в зависимости от расстояния до эпицентра взрыва и мощности заряда). | | | | | | | | | |
| Мощность заряда, Мт (ТНТ) | Расстояние до эпицентра взрыва, км | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 |
| 0,8 | 1,000 | 0,997 | 0,945 | 0,775 | 0,543 | 0,345 | 0,212 | 0,130 | 0,082 |
| 1 | 1,000 | 1,000 | 0,996 | 0,946 | 0,792 | 0,577 | 0,383 | 0,244 | 0,155 |
| 1,2 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,993 | 0,933 | 0,780 | 0,577 | 0,394 | 0,258 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | избыточное давление поражения цели: | | | | | 5 | атм |  |  |
|  | коэффициент среднеквадратичного отклонения избыточного давления поражения цели: | | | | | 0,3 |  |  |  |







**7.Выводы.**

Целью работы было исследование эффективности поражения цели в условиях неточного целеуказания. В ходе работы, было найдено расстояние до эпицентра взрыва, на котором вероятность поражения цели максимальна, для различных мощностей заряда.

Среднее квадратическое отклонение у ракеты, которая была взята в качестве прототипа, больше, чем приведенный радиус поражения (Среднее квадратическое отклонение=1,9 км). Отсюда можно сделать вывод, что используя БР старого поколения, вероятность поражения цели будет мала.

Для эффективного поражения цели нужна более новая ракета, с маленьким квадратическим отклонением.

И так как в работе мы рассматриваем БР подводного базирования, то из исследований можно сделать вывод, что нецелесообразно стрелять по группе кораблей одной ракетой. Для увеличения вероятности поражения групповой цели, лучше использовать группу ракет.

1. **Список используемой литературы**
2. Балаганский И.А., Мержиевский Л.А., Действие средств поражения и боеприпасов [Текст]: Учебник.-Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2004. - 408 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).
3. Ельцин С.Н., Эффективность ракетных систем: метод. Указания к лаб. работам / Сост. С.Н. Ельцин; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2011. -74с.
4. https://topwar.ru/94375-protivokorabelnaya-ballisticheskaya-raketa-r-27k.html

Приложение.

Программа для расчета вероятности поражения цели на границе радиуса поражения:

%НАЧАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

%давление, приводящее к поражению цели

izbytochnoe\_davl\_poraghenia = 150; %атм

%доля давления поражения,являющаяся среднеквадратическим отклонением

koeff\_srednekvadr\_otklon\_izb\_davl\_poragh = 0.15;

%среднеквадратическое отклонение

srednekvadr\_otklon\_izb\_davl\_poragh = izbytochnoe\_davl\_poraghenia \* ...

koeff\_srednekvadr\_otklon\_izb\_davl\_poragh; %атм

%требуемая вероятность поражения цели

treb\_veroiatn\_poragh = 0.9;

%мощность заряда в тротиловом эквиваленте

ekviv\_massa\_trotila = 1; %Мт

massa\_trotil\_zariada = ekviv\_massa\_trotila \* 1e9; %кг (Мт=1e9 кг)

%шаг сканирования по расстоянию (точность определения границы поражения с заданной

%требуемой вероятностью поражения и другими начальными данными)

shag\_rasstoiania = 1; %м

%ЦИКЛ, прекращающий свою работу при достижении

%вероятности поражения цели с увеличением расстояния от

%эпицентра взрыва ниже заданной в начальных условиях вероятности

rasstoianie\_epicentra = 0; %м начальное расстояние

veroiatn\_poragh = 1; %начальная вероятность поражения

while veroiatn\_poragh > treb\_veroiatn\_poragh

%счётчик, увеличивающий расстояние от эпицентра на каждом шаге сканирования

rasstoianie\_epicentra = rasstoianie\_epicentra + shag\_rasstoiania;

%расчёт избыточного давления на фронте ударной волны (атм)

%по формуле Садовского для приземного взрыва

izbytochnoe\_davl\_na\_fronte = 13\*massa\_trotil\_zariada/(rasstoianie\_epicentra^3) ...

+ 3.9\*((massa\_trotil\_zariada^2)^(1/3))/(rasstoianie\_epicentra^2) + ...

0.95\*(massa\_trotil\_zariada^(1/3))/rasstoianie\_epicentra;

%вероятность поражения цели с заданными в начальных условиях параметрами:

%избыточчным давлением поражения, среднеквадратичным отклонением избыточного

%давления поражения, и вычисленным на данном шаге цикла избыточным давлением

%на фронте ударной волны как функции от расстояния

veroiatn\_poragh = normcdf(izbytochnoe\_davl\_na\_fronte, ...

izbytochnoe\_davl\_poraghenia, srednekvadr\_otklon\_izb\_davl\_poragh);

%функция normcdf(значение величины, мат.ожидание, среднеквадр.отклонение)

end

%КОНЕЧНЫЕ ДАННЫЕ

%радиус поражения цели, м

A\_radius\_poraghenia = rasstoianie\_epicentra - shag\_rasstoiania;

%избыточное давление на границе поражения, атм

A\_izbytochnoe\_davl\_na\_granitse\_poragh = 13\*massa\_trotil\_zariada/...

(A\_radius\_poraghenia^3) + 3.9\*((massa\_trotil\_zariada^2)^(1/3))/...

(A\_radius\_poraghenia^2) + 0.95\*(massa\_trotil\_zariada^(1/3))/A\_radius\_poraghenia;

%веротность поражения цели на границе радиуса поражения

A\_veroiatn\_poragh = normcdf(A\_izbytochnoe\_davl\_na\_granitse\_poragh, ...

izbytochnoe\_davl\_poraghenia, srednekvadr\_otklon\_izb\_davl\_poragh);

Программное обеспечение.

