



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «СПЕЦИАЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»
КАФЕДРА «РАКЕТНЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ» (СМ-6)

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

Проектирование ракетного оружия

НА ТЕМУ:

Массовый анализ AIM-120 AMRAAM

Выполнил: студент группы СМ6-62 (подпись, дата)

Ерофеев М.В.

Проверил (подпись, дата)

Лаптева Л.А.

Москва, 2025 г.

Оглавление

1	Краткие сведения о прототипе	4
1.1	Обзор прототипа	4
1.2	Внешнее описание	5
1.3	Внутренняя компоновка	6
2	Массовый анализ	8
2.1	Расчёт масс отсеков из размеров ракеты	8

Принятые сокращения

WDU — Weapons Detonation Unit (блок подрыва боевой части)

WGU — Weapons Guidance Unit (блок наведения вооружения)

WPU — Weapons Propulsion Unit (двигательный отсек вооружения)

ICPU — Integrated Control and Power Unit (встроенный блок управления и питания)

РДТТ — ракетный двигатель твердого топлива

БЧ — боевая часть

Глава 1

Краткие сведения о прототипе

1.1 Обзор прототипа

Ракета AIM-120A AMRAAM (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile – усовершенствованная ракета класса "воздух-воздух" средней дальности) выполнена по нормальной аэродинамической схеме с «X» – образным расположением консолей крыла и рулей.



Рис. 1.1: Ракета AIM-120 AMRAAM

1.2 Внешнее описание

Ракета цилиндрическая, длинная, со стреловидным обтекателем. Носовая часть имеет длину 18.5 дюймов и окрашена в белый цвет. Далее расположена секция батарей серого цвета длиной 17.5 дюймов. Имеется желтая и чёрная полоса с надписью «Осторожно — Используйте защитный чехол для обтекателя». Следом идет неокрашенная серая секция управления (WCU) длиной 18.75 дюймов. За ней расположена секция БЧ (WDU), длиной 9.5 дюймов, темно-серого цвета. Эта секция снизу переходит в более светло-серую секцию РДТТ (WPU) длиной 74.75 дюймов. На ней в верхней части расположена черная и синяя полосы, обозначающие, что это учебный снаряд. За секцией РДТТ находится секция управления рулями длиной 14.75 дюймов. Рули длинные, частично треугольной формы с прямым краем сверху. На них наклеены красно-белые полосы и нанесены номера. Передние крылья также имеют наклейки и номера. Они алюминиевые, треугольной формы. На ракете присутствуют ушки для крепления к пилону.

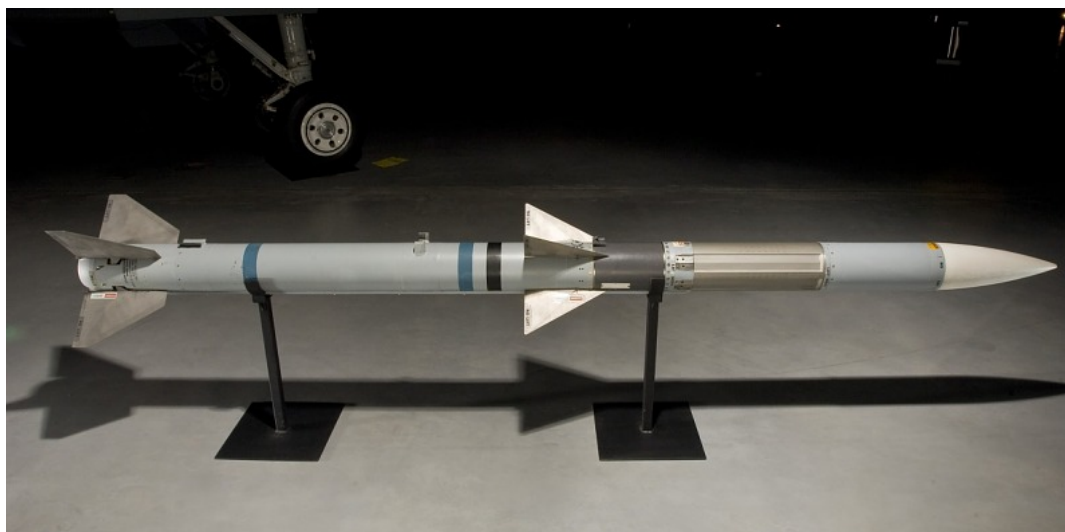


Рис. 1.2: Ракета AIM-120 AMRAAM

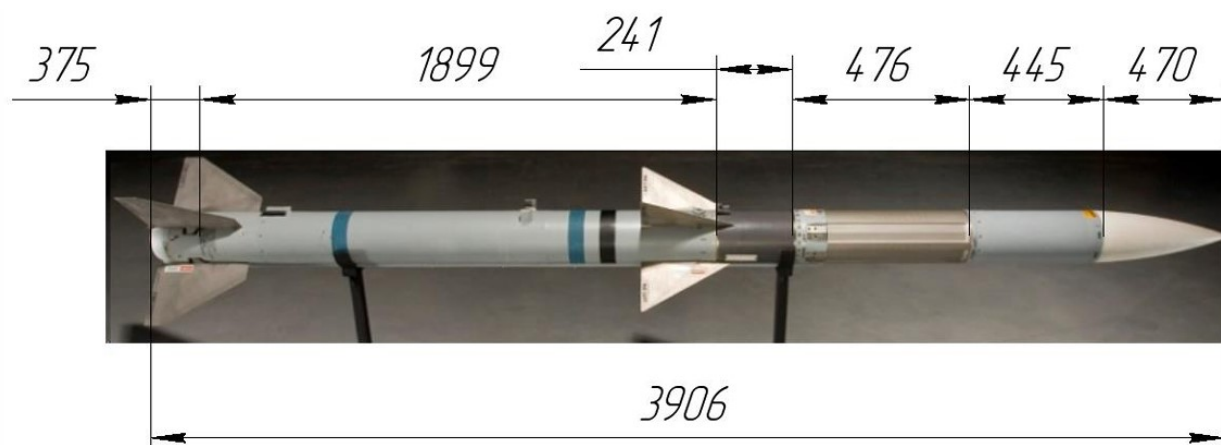


Рис. 1.3: Размеры отсеков в миллиметрах

1.3 Внутренняя компоновка

На рисунке 1.4 представлена внутренняя компоновка AIM-120, перевод названий модулей дан ниже.

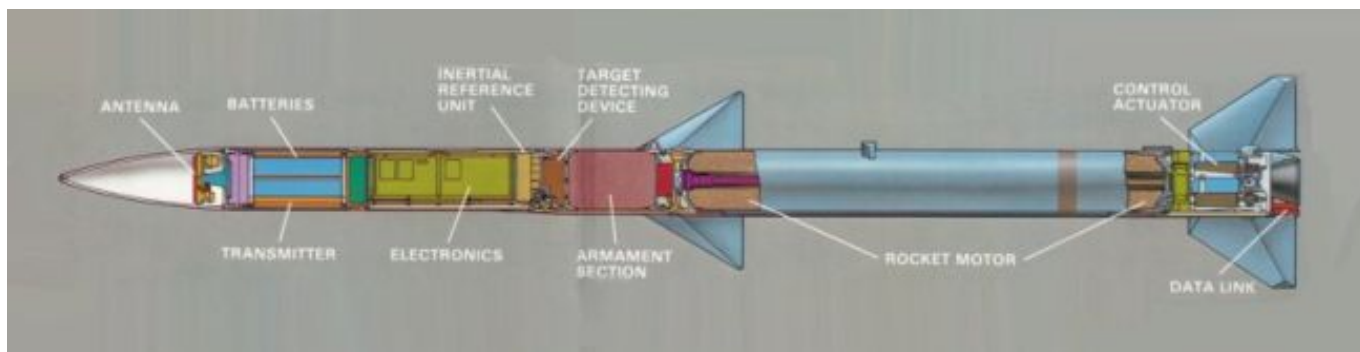


Рис. 1.4: Компоновка ракеты AIM-120

Antenna — антенна головки самонаведения

(Thermal) batteries — пиротехнические баратарей, часть ICPU

Transmitter — передатчик, излучатель

Electronics — электроника

Inertial Reference Unit (IRA) — инерциальная система наведения

Target Detecting Device (TDD) — устройство обнаружения цели

Armament Section — боевая часть

Rocket Motor — РДТТ

Control Actuator — рулевая машинка

Data Link — канал передачи данных

Ниже на рисунке 1.5 представлено разбиение компоновки ракеты на 4 отсека в соответствии с требованиями ДЗ.

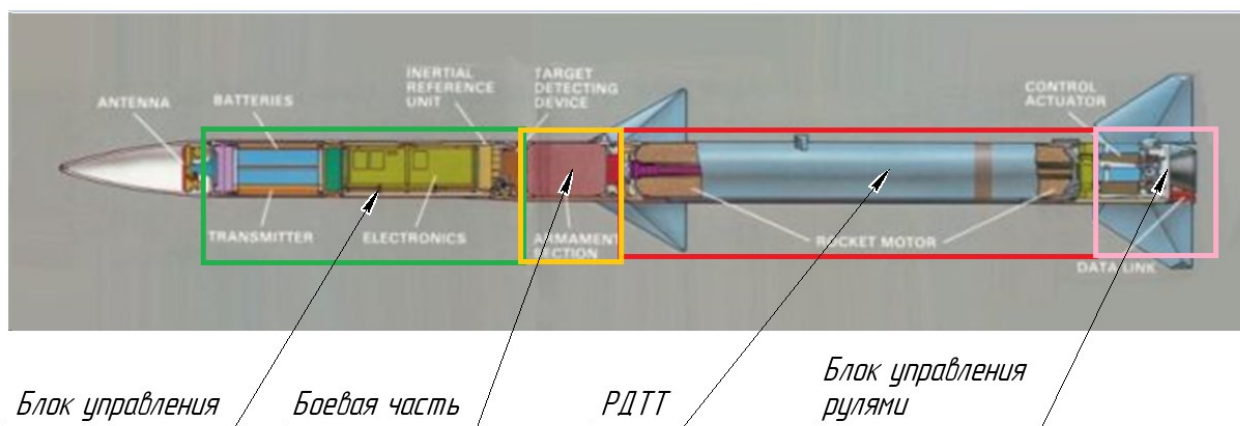


Рис. 1.5: Схема разбиения компоновки ракеты

Глава 2

Массовый анализ

2.1 Расчёт масс отсеков из размеров ракеты

Расчёт основан на имеющихся данных о массе ракеты, её боевой части из открытых источников. Масса РДТТ бралась из ДЗ по ПрРО предыдущего семестра. Масса остальных отсеков будет найдена с помощью установленных зависимостей из [1].

Общая масса ракеты — 161.5 кг, масса БЧ — 22 кг. Масса РДТТ — 54.33 кг.

Первый шаг заключается в расчете общего объема ракеты на основе указанных выше длины и калибра по следующей формуле

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4} = \frac{\pi (0.58)^2 \cdot 12.81}{4} = 3.38 \text{ ft}^3$$

Для того что бы получить оценочное значение массы, выбирается уравнение 4 из анализа общей массы УРВВ:

$$W = 142.2 \cdot (V)^{0.74},$$

$$W = 142.2 \cdot (3.38)^{0.74} = 350.18 \text{ фунтов (158.83 кг)}$$

Данное оценочное значение может быть проверено с помощью уравнения 17, разработанного для ракет средней дальности:

$$W = 177.5 \cdot (V)^{0.73}$$

$$W = 177.5 \cdot (3.38)^{0.73} = 431.82 \text{ фунтов (195.87 кг)}$$

Поскольку полученные значения отличаются, проводится сравнение со ответственности для каждого из них. Выбирается уравнение 4, по причине более высокого значения R — квадрат. Таким образом, значение массы при начальной оценке равно 350.18 фунтов (158.83 кг). Следовательно, при известных массе и объеме общая плотность изделия может быть рассчитана с помощью уравнений:30,

$$DENS = \frac{W}{V}$$

$$DENS = 103.6 \frac{\text{фунтов}}{\text{фут}^3}.$$

Затем вводятся уравнения, разработанные для масс отсеков с параметрами, которые были выведены и оценены. Во-первых, масса отсека ДУ может быть оценена с помощью уравнения 77:

$$PWt = -284.9 + 633.6(D) - 0.105(W) + 0.949(DENS);$$

$$PWt = -284.9 + 633.6(0.58) - 0.105(350.18) + 0.949(103.6) = 169.75 \text{ фунтов}$$

Данное значение проверяется уравнением 82:

$$PWt = 1548.0 - 43.7(L) - 1253.9(D) + 1.4(W) - 6.0(DENS);$$

$$PWt = 1548.0 - 43.7(12.81) - 1253.9(0.58) + 1.4(350.18) - 6.0(103.6) = 129.593 \text{ фунтов}$$

.....

Эти уравнения дали большое расхождение. Так как уравнение 77 имеет лучшее соответствие и меньшее значение МАЕ, для определения массы отсека ДУ будет использоваться значение 350.18 фунтов (158.83 кг). Теперь, зная массу отсека, можно определить его объем с помощью уравнения 22, разработанного для РВВ:

$$PWt = 2.7 + 112(PVOL);$$

$$PVOL = 1.54 \text{ фут}^3 (0.044 \text{ м}^3).$$

Снова проверяем значение с помощью уравнения 39:

.....

Масса и размер отсека наведения и управления будут оценены аналогичным образом. Сначала оценочное значение будет получено с помощью уравнения, разработанного при анализе по диапазонам дальности. Так же будет использоваться значение, полученное с помощью уравнения, обладающего лучшим соответствием и более низким значением МАЕ. Оценка массы отсека будет получена из уравнения 85:

$$GCWt = 117.6(D) + 1.6(R) - 0.14(DENS);$$

$$GCWt = 117.6(0.58) + 1.6(R) - 0.14(DENS);$$

Это значение также проверяем с помощью уравнения 90:

$$GCWt = 38.9(L) + 910.9(D) - 77.3(V) + 0.3(W) - 7.4(DENS);$$

$$GCWt = 170 \text{ фунтов (77.111 кг)}.$$

В силу наличия расхождения, дополнительная оценка будет найдена с помощью уравнения 66:

$$\frac{W_{gc}}{W_t} = \exp(-0.89 - 0.06(V));$$

$$\frac{W_{gc}}{W_t} = 0.317;$$

$$GCWt = 132 \text{ фунта (59.874 кг)}.$$