Бюджетное учреждение Омской области

дополнительного образования

«Омская областная станция юных техников»

**Обеспечение безаварийного разделения ступеней**

**моделей-копий ракет**

|  |
| --- |
| Автор: Кулеев Равиль Рустамович, обучающийся ракетомодельной лаборатории БУ ДО «Омская областная СЮТ» |
| Руководитель: Рыбин Александр Николаевич, педагог дополнительного образования БУ ДО «Омская областная СЮТ» |

г. Омск, 2016

**Оглавление**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Стр.** |
|  | **Аннотация** | **3** |
|  | Введение | **3** |
| **1.** | Основная часть | **4** |
| **1.1.** | Создание рабочих чертежей модели | **6** |
| **1.2.** | Система спасения ступеней | **6** |
| **1.3.** | Практические советы изготовления модели-копии ракеты | **9** |
| **1.4.** | Стартовое оборудование | **10** |
| **1.5.** | Летные испытания модели | **10** |
| **1.6.** | Расчет устойчивости полета модели-копии ракеты | **12** |
| **1.7.** | Характеристика готовой модели-копии ракеты «AELOUS» | **12** |
| **2.** | Заключение | **15** |
|  | Список литературы | **16** |
|  | Приложения | **17** |

**Аннотация**

Ракетомодельный спорт — один из видов [технического спорта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D1%8B_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0#.D0.A2.D0.B5.D1.85.D0.BD.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B5_.D0.B2.D0.B8.D0.B4.D1.8B_.D1.81.D0.BF.D0.BE.D1.80.D1.82.D0.B0), в котором участники соревнуются в конструировании, изготовлении, организации запуска моделей ракет. Для участия в соревнованиях изготавливаются модели, максимально передающие особенности конструкции прототипа.

Для того чтобы создать модели, обучающиеся должны обладать не только знаниями технологии изготовления моделей, но и сведениями по истории развития летательных аппаратов, т.е. «добывать» информацию самостоятельно в форме исследовательской работы. В лаборатории ракетомоделирования Омской областной станции юных техников создана уникальная атмосфера, позволяющая заниматься не только изучением, конструированием и изготовлением моделей ракет, но и подготовкой к увлекательным и зрелищным соревнованиям, где и проходит основная презентация кропотливой работы.

**Введение**

Из всех категорий моделей ракет соревнования с моделями-копиями самые зрелищные. В соревнованиях этой категории участвуют модели, которые являются копиями существующих ракет, управляемых снарядов и космических летательных аппаратов.

Перед полетом модели-копии проходят стендовую оценку, во время которой проверяют масштаб и качество изготовления. После выполнения программы полета происходит подсчет очков. Победитель определяется по наибольшей сумме очков, набранных за стендовую оценку и за лучший результат полета.

Как правило, модели, должны обладать не только отличными стендовыми показателями, но и техническими характеристиками, позволяющими демонстрировать устойчивые положительные результаты запуска ракеты со стартовой площадки и полета во время соревнований. Обеспечить надежную и безаварийную посадку моделей ракет, а, следовательно, безопасность разделяющихся ступеней, удается крайне редко.

**Актуальность** представленной темы обусловлена не только значимостью сохранения изготовленных моделей и штатного разделения ступеней, но и отсутствием разработок по данному вопросу.

**Цель** данной работы: изготовить модель-копию ракеты, обладающей свойством штатной и безаварийной посадки.

**Задачи:**

- рассмотреть существующие конструкции ракет;

- определить возможные варианты системы спасения ступеней ракет;

- проанализировать конструкции ракет на предмет надежности системы спасения и трудоемкости выполнения;

- осуществить выбор модели-копии для изготовления;

- изготовить рабочие чертежи;

- создать действующую модель-копию ракеты;

- провести испытания изготовленной модели-копии;

- рассмотреть возможность дальнейшей модернизации схемы.

* 1. **Объект исследования:** безопасность разделяющихся ступеней моделей копий ракет.
  2. **Предмет** система разделения двухступенчатыхмоделей ракет.

1. **Основная часть**

Старт, работа ступеней, ускорителя и всех остальных систем – все это должно быть выполнено так же, как и у ракеты – прототипа.

Для выбора модели прототипа ракеты я изучил существующие конструкции ракет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название | Технические характеристики | Трудоемкость | Стоимость модели прототипа |
| 1. | Ракета-носитель «Восток» (индекс 8к72) | 3-х ступенчатая,  вес 287 т,  длина 38,36 м,  размах по воздушным рулям 10,3 м. | 1. Центральный блок,  2. 4 ускорителя,  3. много деталировки | 5000 руб. |
| 2. | Ракета-носитель «Зенит-2» (индекс 11к77) | 3-х ступенчатая,  вес 459 т,  длина 57 м,  диаметр 3,9 м | 1. Много деталировки,  2. сложная покраска,  3. нет стабилизаторов,  4. сложная подготовка к полету | 3000 руб. |
| 3. | Метеорологическая ракета “AELOUS” | 2-х ступенчатая, длина 6,4 м,  вес 508 кг,  диаметр 1 ступени 0,42 м,  диаметр 2 ступени 0,23 м | 1. Разные диаметры ступеней,  2. необходим переходный модуль  3. нужен спецотсек для парашюта 1 ступени. | 2000 руб. |

Стоимость модели прототипа была определена исходя из следующих параметров:

1. Необходимого количества технологического оборудования, изготовленного по оригинальным чертежам, а именно: оправки, формы, шаблоны и т.п.
2. Номенклатура используемых материалов определялась их прочностными характеристиками в условиях повышенных нагрузок и температур.

Сопоставив технические характеристики, сложность изготовления, материальные затраты, мы остановились на копии ракеты – зонда «AELOUS», не только из-за красивой, динамичной формы, но и потому что:

– минимальны затраты рабочего времени на изготовление модели,

– трудоемкость выполнения, которая зависит от сложности конструкции модели и алгоритма подготовки к пуску оптимальна для конструкции, способной выполнить летную программу.

Было учтено и наличие:

– модельных ракетных двигателей (МРД) для комплектации ступеней;

– всех необходимых материалов для изготовления модели-копии ракеты;

– опыта создания летающих 2-х ступенчатых моделей-копий ракет.

При недостаточном производстве модельных ракетных двигателей (далее МРД) был выбран двухступенчатый вариант с использованием по одному двигателю в каждой ступени.

* 1. *Создание рабочих чертежей модели*

В процессе работы была изучена имеющаяся на эту тему литература, определены технические параметры будущей модели, материалы, выбраны технологии изготовления и сборки.

Для работы над чертежами модели-копии мы использовали материал, опубликованный в журнале «Modelarz» (№ 3, 1973).

После проработки компоновочных решений были самостоятельно изготовлены рабочие чертежи модели (Рис. 1).

*1.2 Система спасения ступеней*

Для формирования системы спасения ступеней были предложены и рассмотрены следующие варианты:

1. создать разделяющийся на части корпус первой ступени;
2. поместить парашют в специальный контейнер, вклеенный в корпус ракеты. Раскрытие парашюта произойдет после отстрела;
3. сконструировать на I ступени парашютный отсек с выбросом парашюта в противоположную сторону движения ракеты.

В связи с тем, что диаметр второй ступени небольшого размера, было решено разместить систему спасения первой ступени в специальном отсеке самой ступени.

После окончательной проработки рабочий чертеж модели копии выглядит следующим образом:

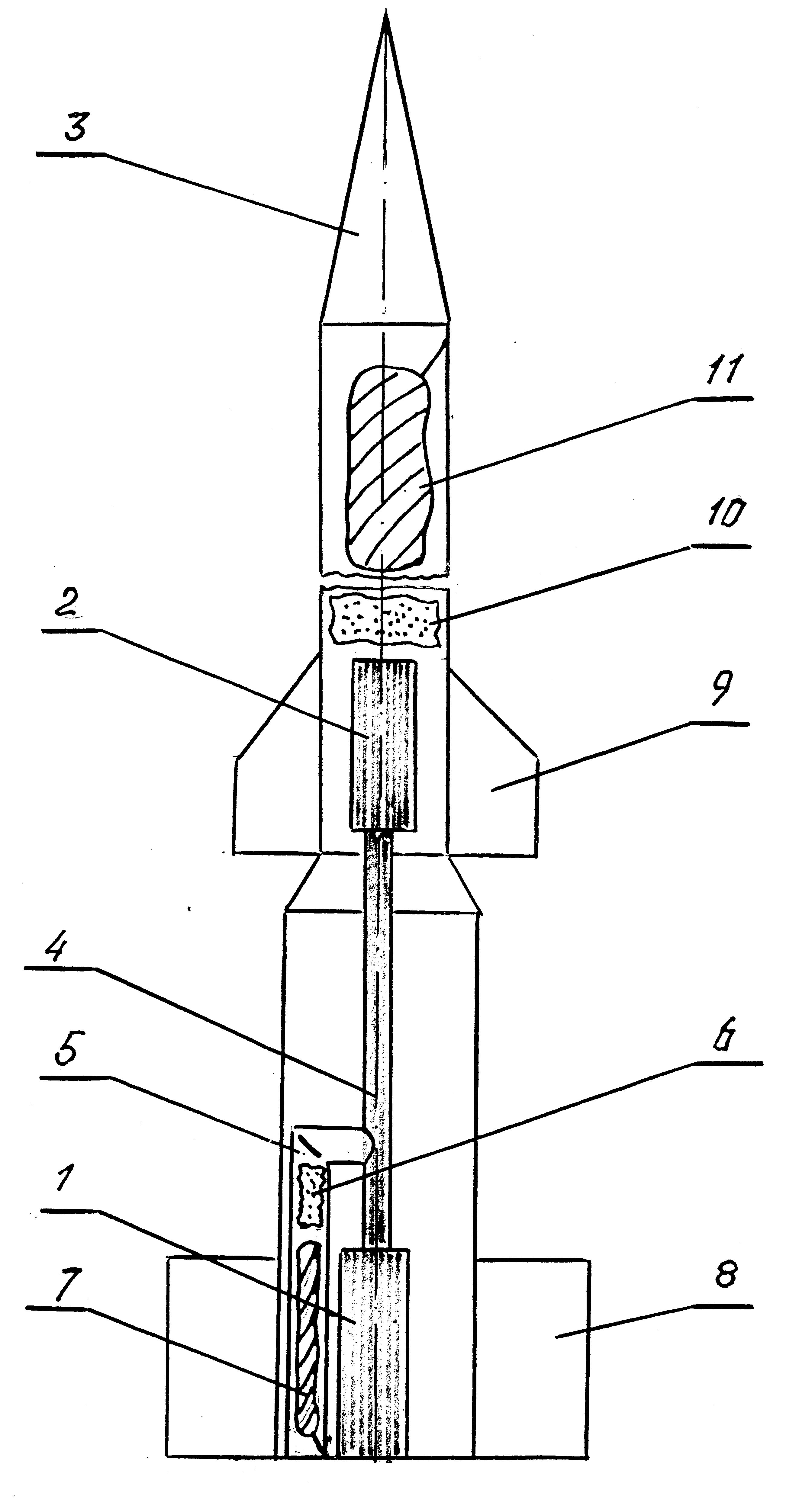
.

Рис. 1. Двухступенчатая модель – копия ракеты «AELOUS»

1. Двигатель первой ступени.
2. Двигатель второй ступени.
3. Обтекатель.
4. Огневод.
5. Коллектор.
6. Пыж.
7. Парашют.
8. Стабилизатор первой ступени.
9. Стабилизатор второй ступени.
10. Пыж.

11 Парашют второй ступени.

Разработанная и созданная нами системы спасения первой ступени работает таким образом (см. чертеж модели –копии):

После окончания работы основного заряда двигателя МРД 20 (позиция 1) происходит воспламенение вышибного заряда. Пороховые газы в коллекторе (позиция 5) разделяются на два потока. Первый идет на запуск второй ступени по огневоду (позиция 4), второй поток – на выброс парашюта (позиция 7). Размеры проходных сечений определялись экспериментальным путем.

Аналогов спасения моделей-копий по такому принципу нет.

Спасение второй ступени обычное. После окончания работы двигателя МРД 10 - (позиция 2) срабатывает вышибной заряд, выбрасывается парашют (позиция 11) и отделяется обтекатель (позиция 3). Затем обе ступени плавно опускаются на парашютах. В таб. 1. Приведена Схема полета модели-копии

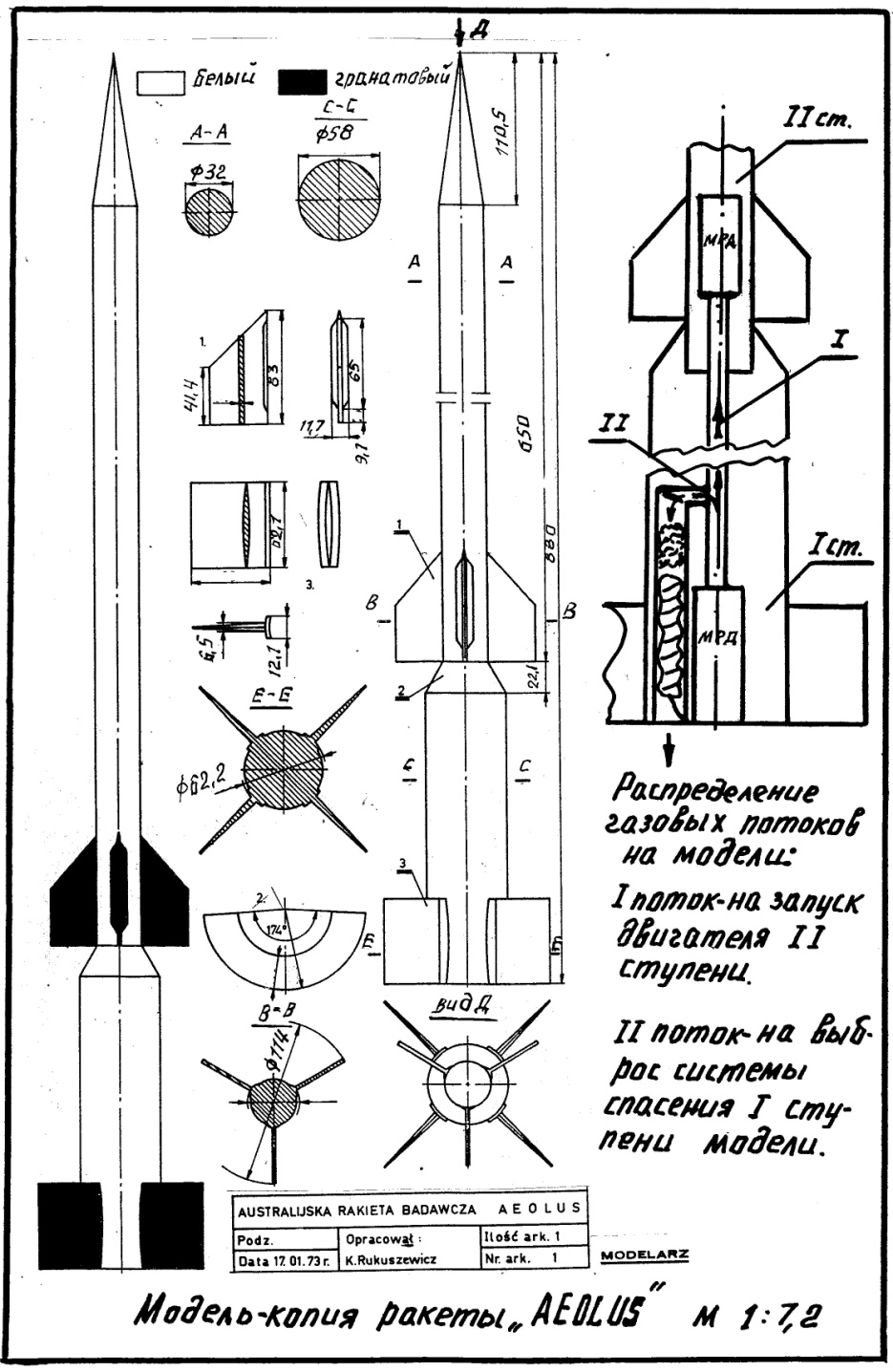


Рис. 2. Схема распределения газовых потоков.

*1.3 Практические советы изготовления модели-копии ракеты:*

* корпус первой ступени изготавливается на оправке диаметром 56 мм, а второй ступени диаметром 31 мм из двух слоев стеклоткани толщиной 0,3 миллиметра;
* переходная втулка и головной обтекатель вытачиваются из липы на токарном станке. Стабилизаторы первой и второй ступени изготавливаются из липовых пластин;
* парашюты выполнены из металлизированной лавсановой пленки;
* необходимо аккуратно укладывать парашют и его не следует обматывать стропами;
* «горячие узлы» двигательного отсека, то есть коллектор и огневоды, изготавливаются из углетканных материалов и тонкостенных алюминиевых трубок. Эти изменения увеличивают полетный ресурс модели в два раза.
* после сборки модель шпаклюют, после высыхания шпаклевки зачищают наждачной бумагой;
* окраска требует особой аккуратности. Сначала наносится белая краска, затем, закрыв окрашенные места липкой лентой, наносится красная.

*1.4 Стартовое оборудование*

1. пусковое устройство;
2. пульт управления;
3. соединительные провода и воспламенитель.

*1.5 Летные испытания модели.*

Модель-копия ракеты участвовала в испытательных полетах. Было совершено пять зачетных полетов.

Таб. 1. Схема полета модели-копии

|  |  |
| --- | --- |
| ракета2 | Старт модели. |
| ракета1 | Полет модели. |
| разделение1 | Второе разделение.  Выброс парашюта второй ступени и парашюта спасаемого головного обтекателя. |
| 2Парашют | Парашютируемый спуск второй ступени и головного обтекателя. |

При доработке конструкции модели были опробованы:

* огневоды и коллекторы с диаметрами 5-7 мм,
* изготовленные из стеклоткани, углеволокна, тонкостенных дюралевых трубок.
* вес вышибного заряда первой ступени изменялся от 1,0 до 1,5 величины стандартной навески дымного пороха.

После проведенных экспериментов были определены оптимальный диаметр огневой трубки -6мм и количество вышибного заряда -1,3 величины стандартной навески дымного пороха.

1.6. Расчет устойчивости полета модели-копии ракеты представлен на рис. 3.

1.7. *Характеристика готовой модели-копии ракеты* «AELOUS» представлена на рис.4.

Масштаб 1:7;

Двигатель первой ступени – МРД 20 – 10 – 0;

Двигатель второй ступени – МРД 10 – 10 – 7;

Аэродинамические стабилизаторы -8 шт;

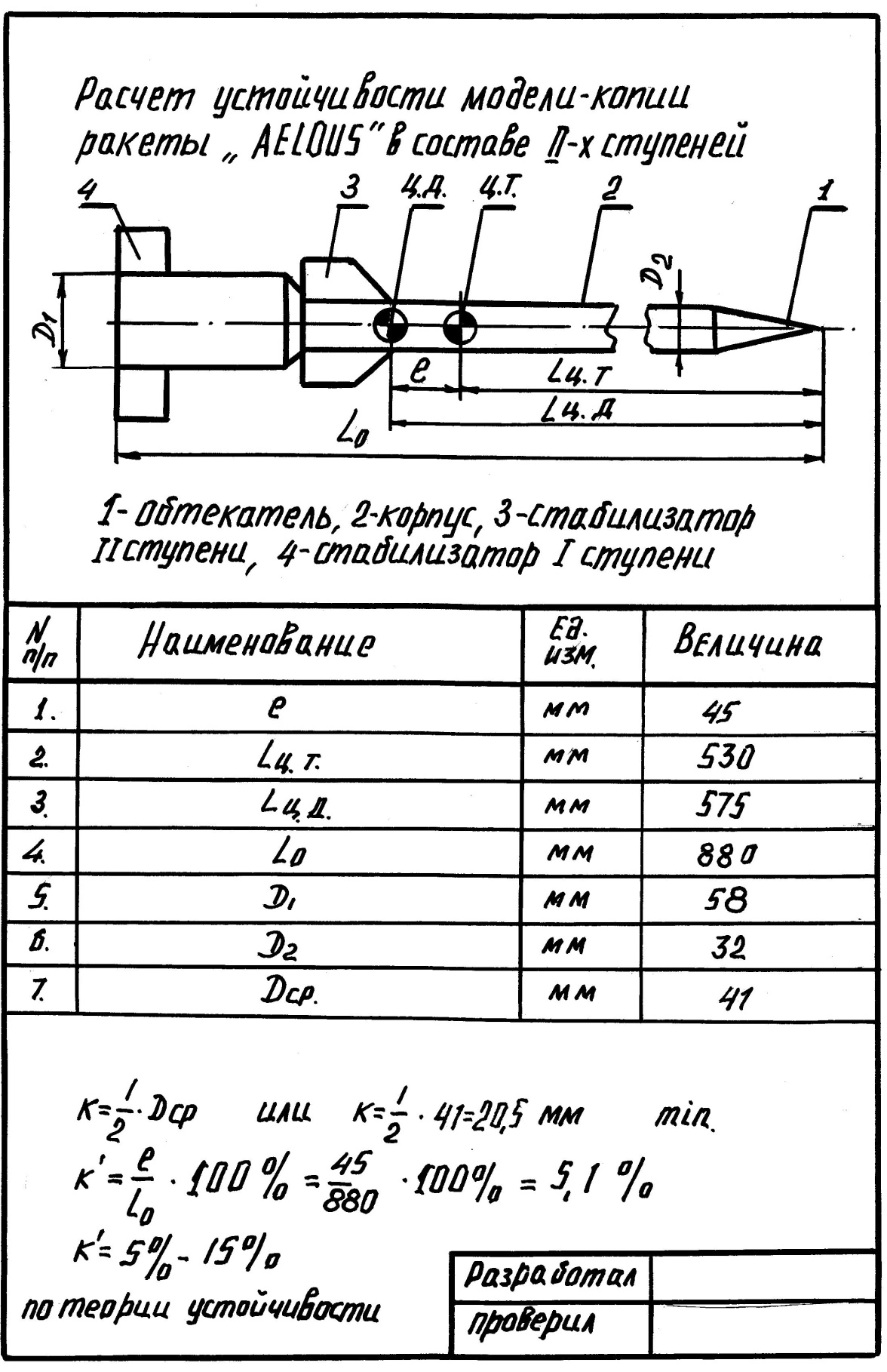
Головной обтекатель -1 шт;

Диаметр корпуса первой ступени -58 мм;

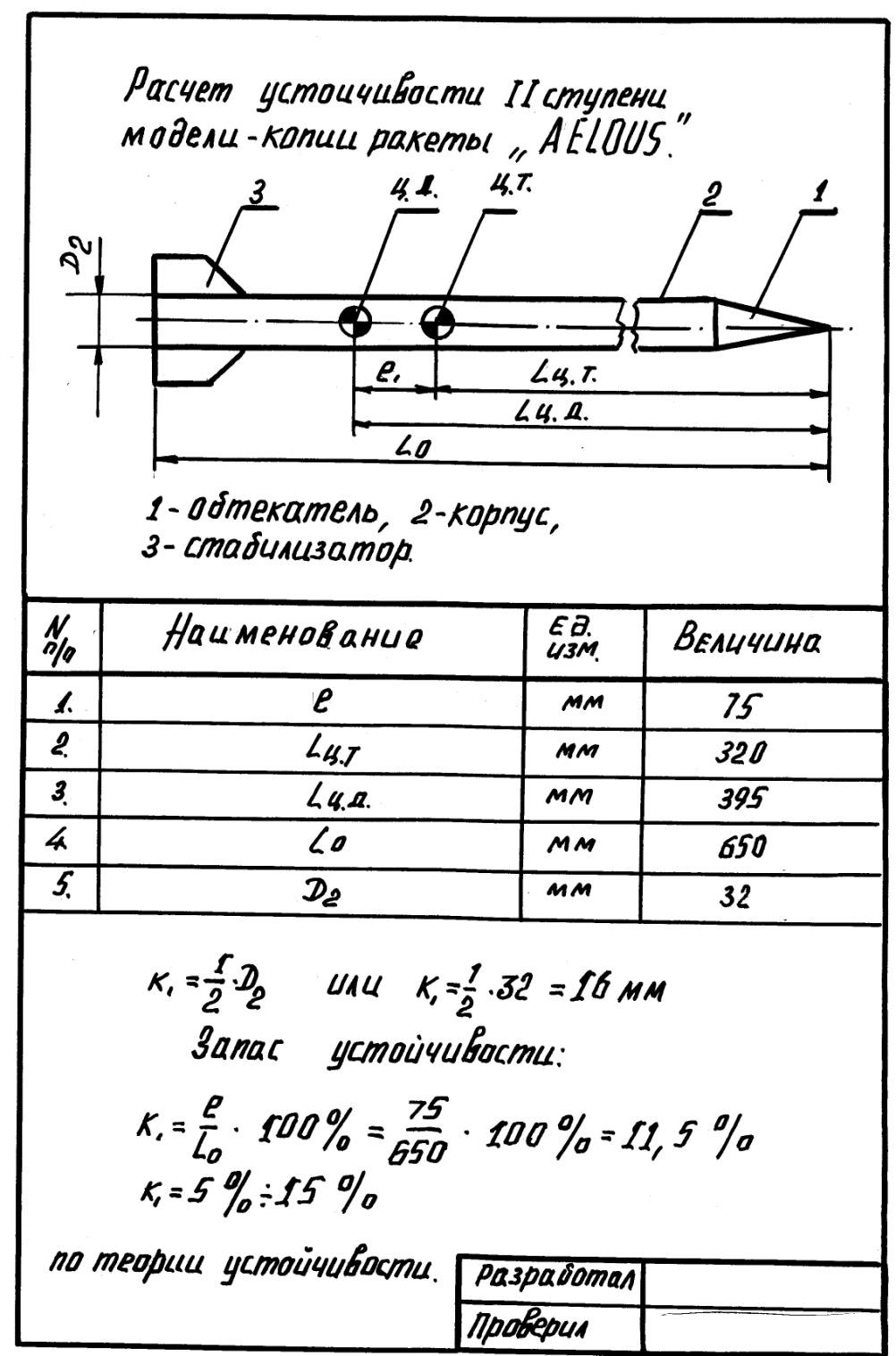
Диаметр корпуса второй ступени - 33 мм;

Толщина корпуса 0,6 мм

Модель обладает хорошими летными характеристиками. Данная модель может быть использована для участия в ракетомодельных соревнованиях класса S – 7 на реализм полета.



*Рис. 3. Расчет устойчивости полета модели-копии ракеты*



*Рис.4. Характеристика готовой модели-копии ракеты* «AELOUS»

**3. Заключение**

Т В процессе работы над прототипом, нами были проведены следующие этапы:

1. Проведен сравнительный анализ 3 моделей ракет и осуществлен выбор прототипа для изготовления модели.
2. Разработаны чертежи копии ракеты – зонда «AELOUS».
3. Изготовлен летающий экземпляр модели – копии ракеты – зонда «AELOUS».
4. Проведены запуски ракеты.
5. Произведена корректировка и доработка горячих узлов системы разделения модели первой ступени.
6. В результате проделанной работы нами была разработана и создана конструкция, обеспечивающая безопасное разделение ступеней и безаварийную посадку.
7. Запуски ракеты, доработанной нами, прошли без замечаний. Старт модели аналогичен прототипу. Разделение ступеней и их спасение происходит по программе. Отделение головного обтекателя и его спасение так же происходит без сбоев.

Созданная система работает надежно, модель – копия успешно летает. Фото изготовленной модели представлены в приложениях № 1-5.

Список литературы

1. Гаевский О.К. Авиамоделирование. М. ДОСААФ, 1964 г.
2. Костенко В.И., Столяров Ю.С. Модель и машина. М. ДОСААФ, 1981 г.
3. Костенко В.И., Столяров Ю.С. Мир модели. М. ДОСААФ, 1986г.
4. Лети модель. Сборник. Сост. М.С. Лебединский. Под редакцией общ. Ред. Б.Л. Симакова, М. ДОСААФ, 1970 г.
5. Рожков В.С. Спортивные модели ракет. М. ДОСААФ, 1984 г.
6. Энциклопедический словарь юного техника. Сост. Б.В. Зубков, С.В. Чумаков. М. М. Педагогика. 1980 г.
7. Журнал «Modelarz» (№ 3, 1973).
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (В поиске ввести: 1. Восток ракета-носитель; 2. Зенит-2 ракета-носитель)
9. [www.bwbooks.net](http://www.bwbooks.net)
10. <https://masteraero.ru>

Приложение № 1



Общий вид двухступенчатой модели-копии ракеты «AEOLUS»

Приложение № 2



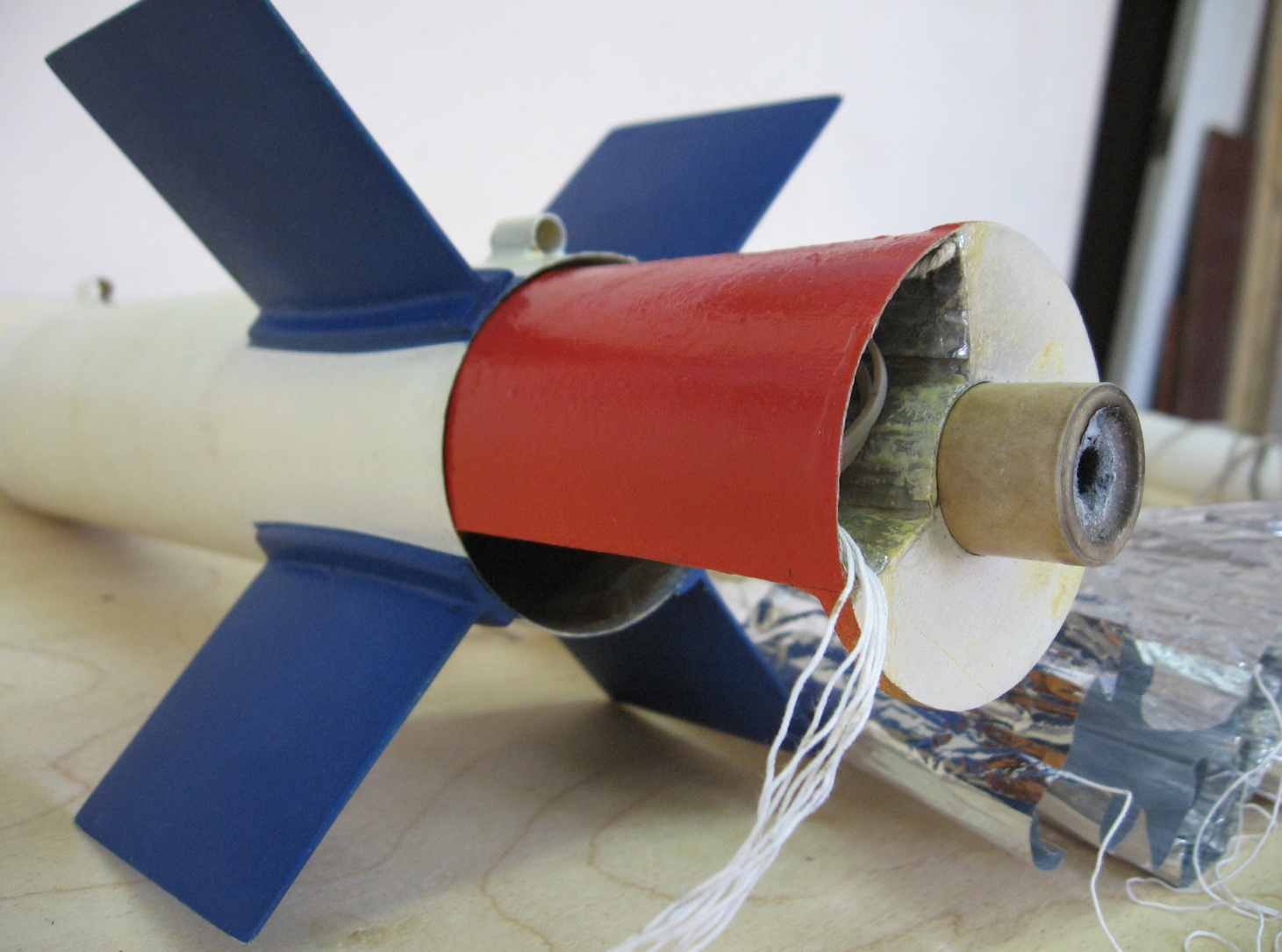
Вид двухступенчатой модели-копии ракеты «AEOLUS», разделенной на ступени с извлеченной системой спасения.

Приложение № 3



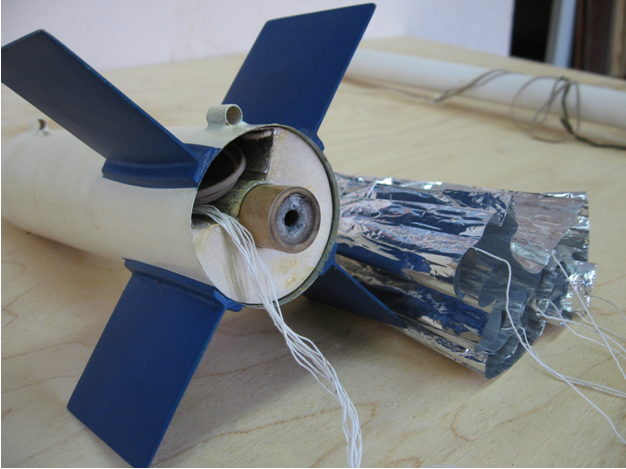
Первая ступень модели-копии ракеты «AEOLUS», с извлеченным двигательным и парашютным блоком.

Приложение № 4



Вид первой ступени двухступенчатой модели-копии ракеты «AEOLUS» с извлеченным огневым блоком

Приложение № 5



Вид на хвостовую часть двухступенчатой модели-копии ракеты «AEOLUS»