Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Центр образования
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»
Отдел информационных технологий и компьютерного обеспечения

СОГЛАСОВАНО
Заведующий отделом информационных
технологий и компьютерного обеспечения
_____В.Ф. Жуковский
Протокол Педагогического совета
№ 14 от «29» мая 2014

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ГБОУ ЦО «СПб ГДТЮ»
_____ М.Р.Катунова
Приказ № 1496
от «05» июня 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА
«ОСНОВЫ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Срок реализации программы: 1 год
Возраст обучающихся: 13-15 лет

Автор-составитель:
Крутиков Сергей Александрович
педагог дополнительного образования

Рассмотрено Методическим советом
ГБОУ ЦО «СПб ГДТЮ»
Протокол № 6 от «05» июня 2014 г.

Санкт-Петербург
2014

Содержание

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3

Актуальность Программы 3
Цели и задачи Программы 3
Особенности организации образовательного процесса 3
Формы организации образовательного процесса 4
Формы подведения итогов реализации программы 5
Ожидаемый результат 5

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (216 учебных часов) 6

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (216 учебных часов) 7

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (144 учебных часа) 11

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (144 учебных часа) 12

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (72 учебных часа) 16

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (72 учебных часа) 17

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 20

Нормативное обеспечение 20
Учебно-методические пособия 20
Диагностические и контрольные материалы 21
Средства обучения 21

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 22

Литература для педагога 22
Литература для учащихся 23

ПРИЛОЖЕНИЯ 24

Приложение № 1
Практические задания. Типовые упражнения 24
Приложение № 2
Компьютерное моделирование ракеты-носителя в программе «BOOSTER» 25

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Представленная дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Основы ракетно-космической техники» (далее — Программа) разработана как часть Комплексной программы ЮКК, рассчитанной на несколько лет обучения.

Направленность представленной Программы — **научно-техническая**.

Программа знакомит учащихся с основами ракетно-космической техники (далее – РКТ) и современными достижениями российского и мирового ракетостроения. Учащиеся знакомятся с моделированием ракетоносителя в программе «BOOSTER» и моделированием динамики космического полета в симуляторе «ORBITER».

Актуальность Программы

Актуальность данной Программы определяется достаточно широким вниманием государства и общественности к поддержанию роли России как одной из ведущих космических держав в мире. Данный учебный курс является уникальным, так как по аналогичной программе (только в большем объеме) происходит обучение в профильных высших учебных заведениях.

Цели и задачи Программы

Цель Программы – формирование у учащихся специфических знаний о РКТ, основах ее проектирования и эксплуатации.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

Обучающие:

- формирование знаний о методах использования РКТ и перспективах ее развития;
- ознакомление с основами конструирования и эксплуатации РКТ;
- ознакомление с основами баллистики, подходами и методами расчёта орбит космических аппаратов;
- формирование навыков проектирования ракет носителя на компьютере.

Развивающие:

- развитие навыков работы с научно-популярной литературой по космонавтике в процессе поиска необходимой информации и использования компьютерной техники для отработки полученных знаний;
- развитие логического мышления и творческого подхода при решении задач.

Воспитательные:

- формирование зоны личных научных и творческих интересов учащихся;
- формирование заинтересованного отношения к развитию космической отрасли РФ.

Особенности организации образовательного процесса

Образовательная среда Юношеского клуба космонавтики ориентирована на изучение современных наукоемких технологий, одной из важных составляющих которых являются программы профессионально-ориентированного обучения аэрокосмическим технологиям. В течение первого года обучения в рамках Комплексной программы ЮКК учащиеся знакомятся с основными направлениями обучения.

По итогам первого учебного года, исходя из личных предпочтений и области интересов, каждый учащийся выбирает себе профильное направление на второй год обучения — астрофизика, космонавтика или авиация.

Данная Программа предлагается учащимся **2 года обучения** ЮКК, закончивших первый год обучения и успешно сдавшим зачеты. Программа предусматривает наличие подготовки по физике, математике и информатике в рамках программы средней школы.

Программа рассчитана на учащихся в возрасте **13-15 лет** (8-10 класс). Наполняемость учебной группы **– 8-10 человек.**

Данная программа представлена в трех вариантах по объему часов на освоение курса (216, 144 и 72 учебных часа) в зависимости от профильного направления обучения.

Программа рассчитана на **1 учебный год:**

- по 6 часов в неделю, что составляет **216 учебных часов**, или
- по 4 часа в неделю, что составляет **144 учебных часа**, или
- по 2 часа в неделю, что составляет **72 учебных часа.**

В группах космического направления данный курс является базовым и в зависимости от учебно-производственного плана на учебный год и стартового уровня подготовки учащихся может составлять 144 или 216 учебных часов.

В группах других аэрокосмических направлений данный курс может предлагаться как дополнительный в объеме 72 учебных часов.

Программа (по всем вариантам объема часов) имеет одинаковые тематические разделы, изменения осуществляются за счет:

- глубины проработки разделов и уменьшения количества изучаемых в разделе тем;
- уменьшения количества часов, отведенных на изучение отдельных тем в разделах;
- уменьшения количества часов, отведенных на решение прикладных задач.

В Юношеском клубе космонавтики есть настоящий спускаемый космический аппарат «Восток», а также скафандры и ложемент космонавта.

В рамках дипломного проекта выпускником ЮКК и выпускником БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова Захаровым В.В. совместно со своими коллегами была разработана программа моделирования ракеты-носителя «BOOSTER», которая активно используется в образовательном процессе. Для изучения теории движения ракет и динамики полета в космическом пространстве используется симулятор «ORBITER».

Занятия проводятся в компьютерном классе с использованием наглядных пособий, современного мультимедийного и компьютерного оборудования с возможностью выхода в Интернет.

Формы организации образовательного процесса

1. Занятия в компьютерном классе:
   - Теоретические занятия;
   - Выполнение практических заданий (решение задач);
   - Работа над проектами по проектированию и управлению ракетой посредством специализированных компьютерных программ «BOOSTER» и «ORBITER»;
   - Работа с космическими сайтами в Интернете.
1. Экскурсии:
   - Музей космонавтики и ракетной техники имени В.П.Глушко;
   - ЦНИИ робототехники и технической кибернетики.
1. Подготовка докладов по предложенным педагогом темам;
2. Участие в научно-практических конференциях и конкурсах по космонавтике;
3. Подготовка и проведение учащимися Городской познавательной игры для школьников «Космос».

Формы подведения итогов реализации программы

Текущая аттестация проводится в виде:

- устного опроса;

• проверки выполнения письменных заданий;

• результатов проектирования ракеты-носителя;

• докладов и индивидуальных заданий по темам.

По окончании каждого полугодия проводится промежуточная аттестация в форме зачетного занятия, на котором оцениваются теоретические знания и практические навыки, полученные в ходе учебных занятий.

Ожидаемый результат

В результате освоения данной Программы учащиеся:

• получат представление о ракетно-космической технике и ее составляющих: ракета-носителях (РН), автоматических межпланетных станциях (АМС), искусственных спутниках Земли (ИСЗ), орбитальных станциях (ОС), космических аппаратах (КА);

• ознакомятся с основами движения космических аппаратов, особенностями эксплуатации РКТ;

• научатся применять полученные в школьном курсе физики и математики знания для решения задач, специфичных для РКТ;

• получат базовые навыки расчета числовых характеристик РН, элементов орбит КА;

• получат начальные навыки и умения в практической работе при компьютерном моделировании РН;

• получат представление и практический опыт в планировании, подготовке и выполнении манёвров КА при взлёте, посадке, изменении орбиты, сближении и стыковке с ОС;

• сформируют заинтересованное отношение к развитию космической отрасли РФ.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (216 учебных часов)

№ п/п	Основные темы	Кол-во часов		Всего
		Теория	Практика	
1.	**Введение. Космическая техника**			
	Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ)	8		8
2.	**Ракеты-носители**			
	Физические основы космонавтики.	4	2	6
	Физические основы реактивного движения	4	2	6
	Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура	4		4
	Теория проектирования ракет.	4	2	6
	Многоступенчатые ракеты-носители	4	4	8
	Обзор современных РН и их дальнейшее совершенствование	4		4
	Двигательная установка (ДУ). Источники энергии для ДУ. Принцип действия.	4		4
	Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД)	4	2	6
	Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ)	4	2	6
	Другие виды двигателей для движения ракет.	4		4
	Сравнительный анализ различных типов ДУ	4		4
3.	**Движение ракет**			
	Определение положения КА в пространстве.	4	4	8
	Орбиты небесных тел.	4	4	8
	Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.	4	2	6
	Ориентация и стабилизация КА.	4	2	6
	Орбитальные маневры ИСЗ.	4	2	6
	Система управления. Управление ракетой в полете.	4	2	2
4.	**Компьютерное моделирование РН**			
	Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER»	6	16	22
	Среда моделирования космического полета «ORDITER»	16	40	56
5.	**Космодром**			

	Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.	4		4
	Техническая позиция. МИК. Заправочная станция. Вспомогательные службы и оборудование космодрома.	4		4
	Стартовая позиция. Подготовка РКТ к пуску: доставка, перевод в 1, 2, 3 готовности.	4		4
	Будущее космодромов. Перспективы космонавтики	6		6
6.	**Индивидуальные консультации**	2	4	6
7.	**Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся**	4	4	8
8.	**Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца**		4	4
	ИТОГО:	**122**	**98**	**216**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (216 учебных часов)

1 Введение. Космическая техника

1.1 Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ).

- Теория: Беседа по правилам поведения учащихся. Инструктаж по технике безопасности работы в компьютерном классе.
- Теория: Предмет космонавтики, космическая техника.
- Теория: История развития КТ с 30-х годов XX века до наших дней.
- Теория: Классификация: ракеты-носители, космические аппараты, ИСЗ, ОС, АМС.

1 Ракеты-носители

1.1 Физические основы космонавтики

- Теория: Векторы. Основные постулаты механики, законы Ньютона.
- Теория: Законы сохранения энергии и импульса.
- Теория: Всемирный закон тяготения. Законы Кеплера.
- Теория: Первая, вторая и третья космические скорости, определение и вывод.
- Практика: Решение задач.

1.2 Физические основы реактивного движения

- Теория: Принцип действия ракеты. Силы, действующие на ракету при ее движении.
- Теория: Формула Циолковского, характеристическая скорость, удельный импульс.
- Практика: Решение задач.

1.3 Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура

- Теория: Назначение РН. Конструктивные характеристики РН, схемы РН, основные размеры, двигательная установка, соотношение полной и полезной масс.
- Теория: Классификация РН. Компоновочные, силовые и конструктивные схемы.
- Теория: Состав РН.

1.4 Теория проектирования ракет

- Теория: Основные этапы и порядок проектирования РН.
- Теория: Числовые характеристики ракеты: число Циолковского, коэффициент полезной нагрузки, конструктивная характеристика. Взаимосвязь числовых характеристик.

• Практика: Расчет основных числовых характеристик одноступенчатой ракеты.

1.5 Многоступенчатые ракеты-носители

• Теория: Принципиальные ограничения одноступенчатой ракеты.

• Теория: Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты.

• Теория: Принципы компоновки многоступенчатых РН.

• Практика: Расчет коэффициентов и конечной скорости многоступенчатой РТ в зависимости от заданных конструктивных характеристик. Анализ влияния величины массы полезной нагрузки на полученные результаты.

• Практика: Расчет необходимого количества ступеней для достижения заданной конечной скорости. Критерии выбора числа ступеней.

• Теория: Ограничения многоступенчатых ракет

1.6 Обзор современных РН и их дальнейшее совершенствование.

1.7 Двигательная установка (ДУ). Источники энергии для ДУ. Принцип действия.

• Теория: Области применения различных типов ракетных двигателей.

• Теория: Основные параметры и требования к ДУ в зависимости от назначения.

• Теория: Компоненты топлива ДУ, их особенности.

• Теория: Вспомогательные ДУ, системы орбитального маневрирования, аварийного спасения, посадки космического аппарата (КА).

1.8 Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД).

• Теория: История создания ЖРД. Принцип работы и устройство двигателя.

• Теория: Основные характеристики и применение ЖРД.

• Практика: Решение задач.

1.9 Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ).

• Теория: История создания РДТТ. Принцип работы и устройство двигателя.

• Теория: Основные характеристики и применение РДТТ.

• Практика: Сравнение характеристик ЖРД и РДТТ. Решение задач.

1.10 Другие виды двигателей для движения ракет.

• Теория: Термоядерные, химические, фотонные, электрические двигатели.

• Теория: Принцип работы и применение.

• Теория: Альтернативные способы доставки грузов на околоземную орбиту.

1.11 Сравнительный анализ различных типов ДУ.

• Теория: Сферы применения. Современные технологии и будущее ДУ.

1 Движение ракет

1.1 Определение положения КА в пространстве.

• Теория: Системы небесных координат. Степени свободы тела.

• Теория: Силы и моменты сил, действующие на КА.

• Практика: Решение задач.

1.2 Орбиты небесных тел.

• Теория: Задача двух тел.

• Теория: Круговые, эллиптические, параболические и гиперболические орбиты. Элементы орбит.

• Теория: Качественное описание движения небесных тел с использованием законов Кеплера. Границы применимости законов Кеплера, сфера гравитационного действия небесных тел.

• Практика: Решение задач.

1.3 Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.

- Теория: Виды орбит.
- Теория: Основные характеристики орбиты. Эффект Доплера.
- Теория: Особенности орбит и возможности КА на них находящихся.
- Практика: Решение задач.

1.4 Ориентация и стабилизация КА.

- Теория: Системы автоматической и ручной ориентации.
- Теория: Ориентация при маневрировании на орбите.
- Теория: Методы и системы пассивной стабилизации. Гравитационная стабилизация.
- Теория: Стабилизация вращением. Активные системы ориентации с реактивными двигателями.
- Практика: Решение задач.

1.5 Орбитальные маневры ИСЗ.

- Теория: Виды орбитальных маневров. Гомановские (полуэллиптические) орбиты.
- Теория: Одноимпульсный орбитальный переход. Многоимпульсные маневры. Аэродинамический маневр.
- Теория: Поворот орбитальной плоскости. Боковой аэродинамический маневр перед спуском.
- Практика: Решение задач.

1.6 Система управления. Управление ракетой в полете.

- Теория: Решаемые задачи. Приборный состав и принцип действия СУ.
- Теория: Элементы систем управления (гироскопы, акселерометры, оптические визиры и астрономические измерительные устройства, инфракрасные и радиолокационные измерители). Органы ручного управления пилотируемых КА.
- Теория: Двигатели малой тяги. Двигатели для маневров, стыковки, посадки.
- Практика: Решение задач.

1 Компьютерное моделирование РН

1.1 Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER».

- Теория: Основные приемы работы в программе «BOOSTER»
- Теория: Порядок создания проекта РН.
- Практика: Создание схемы РН – выбор формы носового обтекателя, корпуса РН (цилиндр, конус, эллипс), наличие крыльев.
- Практика: Компоновка РН (полезная нагрузка, приборный отсек, переходный отсек, топливный отсек, двигательный отсек).
- Практика: Задание масс созданных элементов, определение типов топлива.
- Практика: Расчет траектории (углы взлета и тангажа, графики зависимости от времени скорости, высоты полета, углов).

1.2 Среда моделирования космического полета «Орбитер».

- Теория: Запуск, конфигурация, выбор сценария работы.
- Теория: Основные элементы интерфейса среды, их настройки. Управление режимом моделирования, ускорение времени, изменение режима отображения.
- Теория: Управление КА в среде «Орбитер».
- Теория: Многофункциональный дисплей (МФД) для контроля элементов орбиты.
- Теория: Кеплеровы элементы орбиты, орбитальное маневрирование.
- Практика: МФД выравнивания плоскостей орбит. Маневры для выравнивания плоскостей орбит КА и космической станции.

• Практика: МФД синхронизации орбит. Маневры для синхронизации орбиты, выход в точку рандеву.

• Практика: Моделирование перелёта между МКС и ОС «Мир», алгоритм, последовательность действий.

• Практика: Стыковочный МФД. Последовательность действий при сближении и стыковке, управление КА.

• Практика: МФД для полёта к Луне. Моделирование полета к Луне, орбиты перелёта.

• Практика: МФД для межпланетных перелетов. Этапы полета на Марс, гравитационные маневры, моделирование полёта к Марсу.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах без атмосферы, МФД полёта над поверхностью планеты, МФД карты.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах с атмосферой.

1 Космодром

1.1 Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.

• Теория: Назначение космодрома.

• Теория: Виды космических запусков. Их особенности.

• Теория: Требования, предъявляемые к космодромам.

1.2 Техническая позиция. МИК. Заправочная станция. Вспомогательные службы и оборудование космодрома.

• Теория: Командно-измерительный комплекс.

• Теория: Поисково-спасательный комплекс.

1.3 Стартовая позиция. Подготовка РКТ к пуску: доставка, перевод в 1, 2, 3 готовности.

• Теория: Заправочное оборудование.

• Теория: Установочное оборудование.

• Теория: Пусковая система.

1.4 Будущее космодромов.

1.5 Перспективы космонавтики.

2 Индивидуальные консультации

2.1 Индивидуальные консультации учащихся по выполнению практических работ;

2.2 Индивидуальные консультации учащихся по подготовке материалов для научно-практических конференций и конкурсов.

3 Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся.

• Подведение итогов, проверка усвоения материала.

• Обсуждения учебного курса в целом.

1 Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (144 учебных часа)

№ п/п	Основные темы	Кол-во часов		Всего
		Теория	Практика	
1.	**Введение. Космическая техника**			
	Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ)	4		4
2.	**Ракеты-носители**			
	Физические основы космонавтики. Физические основы реактивного движения	4	2	6
	Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура.	2		2
	Теория проектирования ракет.	2	2	4
	Многоступенчатые ракеты-носители.	4	2	6
	Обзор современных РН и их дальнейшее совершенствование	2		2
	Двигательная установка (ДУ). Источники энергии для ДУ. Принцип действия. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД)	2	2	4
	Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ). Другие виды двигателей для движения ракет.	2	2	4
3.	**Движение ракет**			
	Определение положения КА в пространстве.	4	4	8
	Орбиты небесных тел.	4	4	8
	Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.	4	2	6
	Ориентация и стабилизация КА.	4	2	6
	Орбитальные маневры ИСЗ.	2	2	4
	Система управления. Управление ракетой в полете.	2	2	4
4.	**Компьютерное моделирование РН**			
	Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER»	4	8	12
	Среда моделирования космического полета «ORBITER»	16	24	40
5.	**Космодром**			
	Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.	2		2

	Техническая позиция. МИК. Заправочная станция. Вспомогательные службы и оборудование космодрома.	2		2
	Стартовая позиция. Подготовка РКТ к пуску: доставка, перевод в 1, 2, 3 готовности.	2		2
	Будущее космодромов. Перспективы космонавтики	2		2
6.	**Индивидуальные консультации**	2	2	4
7.	**Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся**	4	4	8
8.	**Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца**		4	4
	ИТОГО:	**76**	**68**	**144**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (144 учебных часа)

1 Введение. Космическая техника

1.1 Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ).

- Теория: Беседа по правилам поведения учащихся. Инструктаж по технике безопасности работы в компьютерном классе.
- Теория: Предмет космонавтики, космическая техника.
- Теория: История развития КТ с 30-х годов XX века до наших дней.
- Теория: Классификация: ракеты-носители, космические аппараты, ИСЗ, ОС, АМС.

1 Ракеты-носители

1.1 Физические основы космонавтики. Физические основы реактивного движения.

- Теория: Векторы. Основные постулаты механики, законы Ньютона.
- Теория: Законы сохранения энергии и импульса.
- Теория: Всемирный закон тяготения. Законы Кеплера.
- Теория: Первая, вторая и третья космические скорости, определение и вывод.
- Теория: Принцип действия ракеты. Силы, действующие на ракету при ее движении.
- Теория: Формула Циолковского, характеристическая скорость, удельный импульс.
- Практика: Решение задач.

1.2 Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура

- Теория: Назначение РН. Конструктивные характеристики РН, схемы РН, основные размеры, двигательная установка, соотношение полной и полезной масс.
- Теория: Классификация РН. Компоновочные, силовые и конструктивные схемы.
- Теория: Состав РН.

1.3 Теория проектирования ракет

- Теория: Основные этапы и порядок проектирования РН.
- Теория: Числовые характеристики ракеты: число Циолковского, коэффициент полезной нагрузки, конструктивная характеристика. Взаимосвязь числовых характеристик.
- Практика: Расчет основных числовых характеристик одноступенчатой ракеты.

1.4 Многоступенчатые ракеты-носители

- Теория: Принципиальные ограничения одноступенчатой ракеты.

• Теория: Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты.

• Теория: Принципы компоновки многоступенчатых РН.

• Практика: Расчет коэффициентов и конечной скорости многоступенчатой РТ в зависимости от заданных конструктивных характеристик. Анализ влияния величины массы полезной нагрузки на полученные результаты.

• Практика: Расчет необходимого количества ступеней для достижения заданной конечной скорости. Критерии выбора числа ступеней.

• Теория: Ограничения многоступенчатых ракет

1.5 Обзор современных РН и их дальнейшее совершенствование.

1.6 Двигательная установка (ДУ). Источники энергии для ДУ. Принцип действия. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД).

• Теория: Области применения различных типов ракетных двигателей.

• Теория: Основные параметры и требования к ДУ в зависимости от назначения.

• Теория: Компоненты топлива ДУ, их особенности.

• Теория: Вспомогательные ДУ, системы орбитального маневрирования, аварийного спасения, посадки космического аппарата (КА).

• Теория: История создания, принцип работы и устройство ЖРД. Основные характеристики и применение ЖРД.

• Практика: Решение задач.

1.7 Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ). Другие виды двигателей для движения ракет.

• Теория: История создания, принцип работы и устройство РДТТ. Основные характеристики и применение РДТТ.

• Теория: Термоядерные, химические, фотонные, электрические двигатели. Принцип работы и применение. Альтернативные способы доставки грузов на околоземную орбиту. Современные технологии и будущее ДУ.

• Практика: Сравнение характеристик ЖРД и РДТТ. Решение задач.

1 Движение ракет

1.1 Определение положения КА в пространстве.

• Теория: Системы небесных координат. Степени свободы тела.

• Теория: Силы и моменты сил, действующие на КА.

• Практика: Решение задач.

1.2 Орбиты небесных тел.

• Теория: Задача двух тел.

• Теория: Круговые, эллиптические, параболические и гиперболические орбиты. Элементы орбит.

• Теория: Качественное описание движения небесных тел с использованием законов Кеплера. Границы применимости законов Кеплера, сфера гравитационного действия небесных тел.

• Практика: Решение задач.

1.3 Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.

• Теория: Виды орбит.

• Теория: Основные характеристики орбиты. Эффект Доплера.

• Теория: Особенности орбит и возможности КА на них находящихся.

• Практика: Решение задач.

1.4 Ориентация и стабилизация КА.

• Теория: Системы автоматической и ручной ориентации.

• Теория: Ориентация при маневрировании на орбите.

• Теория: Методы и системы пассивной стабилизации. Гравитационная стабилизация.

• Теория: Стабилизация вращением. Активные системы ориентации с реактивными двигателями.

• Практика: Решение задач.

1.5 Орбитальные маневры ИСЗ.

• Теория: Виды орбитальных маневров. Гомановские (полуэллиптические) орбиты.

• Теория: Одноимпульсный орбитальный переход. Многоимпульсные маневры. Аэродинамический маневр.

• Теория: Поворот орбитальной плоскости. Боковой аэродинамический маневр перед спуском.

• Практика: Решение задач.

1.6 Система управления. Управление ракетой в полете.

• Теория: Решаемые задачи. Приборный состав и принцип действия СУ.

• Теория: Элементы систем управления (гироскопы, акселерометры, оптические визиры и астрономические измерительные устройства, инфракрасные и радиолокационные измерители). Органы ручного управления пилотируемых КА.

• Теория: Двигатели малой тяги. Двигатели для маневров, стыковки, посадки.

• Практика: Решение задач.

1 Компьютерное моделирование РН

1.1 Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER».

• Теория: Основные приемы работы в программе «BOOSTER»

• Теория: Порядок создания проекта РН.

• Практика: Создание схемы РН – выбор формы носового обтекателя, корпуса РН (цилиндр, конус, эллипс), наличие крыльев.

• Практика: Компоновка РН (полезная нагрузка, приборный отсек, переходный отсек, топливный отсек, двигательный отсек).

• Практика: Задание масс созданных элементов, определение типов топлива.

• Практика: Расчет траектории (углы взлета и тангажа, графики зависимости от времени скорости, высоты полета, углов).

1.2 Среда моделирования космического полета «Орбитер».

• Теория: Запуск, конфигурация, выбор сценария работы.

• Теория: Основные элементы интерфейса среды, их настройки. Управление режимом моделирования, ускорение времени, изменение режима отображения.

• Теория: Управление КА в среде «Орбитер».

• Теория: Многофункциональный дисплей (МФД) для контроля элементов орбиты.

• Теория: Кеплеровы элементы орбиты, орбитальное маневрирование.

• Практика: МФД выравнивания плоскостей орбит. Маневры для выравнивания плоскостей орбит КА и космической станции.

• Практика: МФД синхронизации орбит. Маневры для синхронизации орбиты, выход в точку рандеву.

• Практика: Моделирование перелёта между МКС и ОС «Мир», алгоритм, последовательность действий.

• Практика: Стыковочный МФД. Последовательность действий при сближении и стыковке, управление КА.

• Практика: МФД для полёта к Луне. Моделирование полета к Луне, орбиты перелёта.

• Практика: МФД для межпланетных перелетов. Этапы полета на Марс, гравитационные маневры, моделирование полёта к Марсу.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах без атмосферы, МФД полёта над поверхностью планеты, МФД карты.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах с атмосферой.

1 Космодром

1.1 Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.

• Теория: Назначение космодрома.

• Теория: Виды космических запусков. Их особенности.

• Теория: Требования, предъявляемые к космодромам.

1.2 Техническая позиция. МИК. Заправочная станция. Вспомогательные службы и оборудование космодрома.

• Теория: Командно-измерительный комплекс.

• Теория: Поисково-спасательный комплекс.

1.3 Стартовая позиция. Подготовка РКТ к пуску: доставка, перевод в 1, 2, 3 готовности.

• Теория: Заправочное оборудование.

• Теория: Установочное оборудование.

• Теория: Пусковая система.

1.4 Будущее космодромов. Перспективы космонавтики.

2 Индивидуальные консультации

2.1 Индивидуальные консультации учащихся по выполнению практических работ;

2.2 Индивидуальные консультации учащихся по подготовке материалов для научно-практических конференций и конкурсов.

3 Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся.

• Подведение итогов, проверка усвоения материала.

• Обсуждения учебного курса в целом.

1 Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (72 учебных часа)

№ п/п	Основные темы	Кол-во часов		Всего
		Теория	Практика	
1.	**Введение. Космическая техника**			
	Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ)	4		4
2.	**Ракеты-носители**			
	Физические основы космонавтики. Физические основы реактивного движения	2	2	4
	Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура.	2		2
	Теория проектирования ракет. Многоступенчатые ракеты-носители.	2	2	4
	Двигательная установка (ДУ). Принцип действия. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД)	2		2
	Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ). Обзор других видов двигателей.	2		2
3.	**Движение ракет**			
	Определение положения КА в пространстве. Орбиты небесных тел.	2	2	4
	Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.	2	2	4
	Ориентация и стабилизация КА. Орбитальные маневры ИСЗ.	2	2	4
	Система управления. Управление ракетой в полете.	2		2
4.	**Компьютерное моделирование РН**			
	Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER»	4	4	8
	Среда моделирования космического полета «ORDITER»	6	10	16
5.	**Космодром**			
	Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.	2		2
	Технические системы космодрома	2		2
6.	**Индивидуальные консультации**	2	2	4
7.	**Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся**	2	2	4
8.	**Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца**		4	4
	ИТОГО:	**40**	**32**	**72**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (72 учебных часа)

1 Введение. Космическая техника

1.1 Предмет «Основы ракетно-космической техники». История развития космической техники (КТ).

• Теория: Беседа по правилам поведения учащихся. Инструктаж по технике безопасности работы в компьютерном классе.

• Теория: Предмет космонавтики, космическая техника.

• Теория: История развития КТ с 30-х годов XX века до наших дней.

• Теория: Классификация: ракеты-носители, космические аппараты, ИСЗ, ОС, АМС.

1 Ракеты-носители

1.1 Физические основы космонавтики. Физические основы реактивного движения.

• Теория: Векторы. Основные постулаты механики, законы Ньютона.

• Теория: Законы сохранения энергии и импульса. Всемирный закон тяготения. Законы Кеплера. Первая, вторая и третья космические скорости, определение и вывод.

• Теория: Принцип действия ракеты. Силы, действующие на ракету при ее движении. Формула Циолковского, характеристическая скорость, удельный импульс.

• Практика: Решение задач.

1.2 Ракеты-носители (РН). Назначение. Классификация РН. Состав. Структура

• Теория: Назначение РН. Конструктивные характеристики РН, схемы РН, основные размеры, двигательная установка, соотношение полной и полезной масс.

• Теория: Классификация РН. Компоновочные, силовые и конструктивные схемы.

• Теория: Состав РН.

1.3 Теория проектирования ракет. Многоступенчатые ракеты-носители

• Теория: Основные этапы и порядок проектирования РН.

• Теория: Числовые характеристики ракеты: число Циолковского, коэффициент полезной нагрузки, конструктивная характеристика. Взаимосвязь числовых характеристик.

• Теория: Формула Циолковского для многоступенчатой ракеты. Принципы компоновки многоступенчатых РН.

• Практика: Расчет коэффициентов и конечной скорости многоступенчатой РТ в зависимости от заданных конструктивных характеристик. Анализ влияния величины массы полезной нагрузки на полученные результаты.

• Практика: Расчет необходимого количества ступеней для достижения заданной конечной скорости. Критерии выбора числа ступеней.

1.4 Двигательная установка (ДУ). Принцип действия. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД).

• Теория: Области применения различных типов ракетных двигателей.

• Теория: Основные параметры и требования к ДУ в зависимости от назначения.

• Теория: Компоненты топлива ДУ, их особенности.

• Теория: История создания, принцип работы и устройство ЖРД. Основные характеристики и применение ЖРД.

1.5 Ракетные двигатели, работающие на твердом топливе (РДТТ). Обзор других видов двигателей.

• Теория: История создания, принцип работы и устройство РДТТ. Основные характеристики и применение РДТТ.

• Теория: Термоядерные, химические, фотонные, электрические двигатели. Принцип работы и применение. Современные технологии и будущее ДУ.

1 Движение ракет

1.1 Определение положения КА в пространстве. Орбиты небесных тел.

• Теория: Системы небесных координат. Степени свободы тела.

• Теория: Силы и моменты сил, действующие на КА.

• Теория: Задача двух тел. Круговые, эллиптические, параболические и гиперболические орбиты. Элементы орбит.

• Теория: Описание движения небесных тел с использованием законов Кеплера.

• Практика: Решение задач.

1.2 Траектория вывода полезного груза на орбиту. Околоземные орбиты КА.

• Теория: Виды орбит. Основные характеристики орбиты. Эффект Доплера.

• Теория: Особенности орбит и возможности КА на них находящихся.

• Практика: Решение задач.

1.3 Ориентация и стабилизация КА. Орбитальные маневры ИСЗ.

• Теория: Системы автоматической и ручной ориентации. Ориентация при маневрировании на орбите. Методы и системы пассивной стабилизации. Гравитационная стабилизация.

• Теория: Виды орбитальных маневров. Гомановские (полуэллиптические) орбиты.

• Теория: Одноимпульсный орбитальный переход. Многоимпульсные маневры.

• Практика: Решение задач.

1.4 Система управления. Управление ракетой в полете.

• Теория: Приборный состав и принцип действия СУ. Элементы систем управления (гироскопы, акселерометры, оптические визиры и астрономические измерительные устройства, инфракрасные и радиолокационные измерители). Органы ручного управления пилотируемых КА. Двигатели малой тяги. Двигатели для маневров, стыковки, посадки.

1 Компьютерное моделирование РН

1.1 Компьютерное моделирование РН в программе «BOOSTER».

• Теория: Основные приемы работы в программе «BOOSTER»

• Теория: Порядок создания проекта РН.

• Практика: Создание схемы РН – выбор формы носового обтекателя, корпуса РН (цилиндр, конус, эллипс), наличие крыльев.

• Практика: Компоновка РН (полезная нагрузка, приборный отсек, переходный отсек, топливный отсек, двигательный отсек).

• Практика: Задание масс созданных элементов, определение типов топлива.

• Практика: Расчет траектории (углы взлета и тангажа, графики зависимости от времени скорости, высоты полета, углов).

1.2 Среда моделирования космического полета «Орбитер».

• Теория: Запуск, конфигурация, выбор сценария работы.

• Теория: Основные элементы интерфейса среды, их настройки. Управление режимом моделирования, ускорение времени, изменение режима отображения.

• Теория: Управление КА в среде «Орбитер».

• Теория: Многофункциональный дисплей (МФД) для контроля элементов орбиты.

• Теория: Кеплеровы элементы орбиты, орбитальное маневрирование.

• Практика: МФД выравнивания плоскостей орбит. Маневры для выравнивания плоскостей орбит КА и космической станции.

• Практика: МФД синхронизации орбит. Маневры для синхронизации орбиты, выход в точку рандеву.

• Практика: Моделирование перелёта между МКС и ОС «Мир», алгоритм, последовательность действий.

• Практика: Стыковочный МФД. Последовательность действий при сближении и стыковке, управление КА.

• Практика: МФД для полёта к Луне. Моделирование полета к Луне, орбиты перелёта.

• Практика: МФД для межпланетных перелетов. Этапы полета на Марс, гравитационные маневры, моделирование полёта к Марсу.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах без атмосферы, МФД полёта над поверхностью планеты, МФД карты.

• Практика: Моделирование взлёта и посадки КА на планетах с атмосферой.

1 Космодром

1.1 Общая характеристика космодрома. Ракетно-космический комплекс. Структура космодрома.

• Теория: Назначение космодрома.

• Теория: Виды космических запусков. Их особенности.

• Теория: Требования, предъявляемые к космодромам.

1.2 Технические системы космодрома

• Техническая позиция. МИК. Заправочная станция.

• Стартовая позиция.

• Вспомогательные службы и оборудование космодрома.

• Подготовка РКТ к пуску: доставка, перевод в 1, 2, 3 готовности.

1.3 Будущее космодромов. Перспективы космонавтики.

2 Индивидуальные консультации

2.1 Индивидуальные консультации учащихся по выполнению практических работ;

2.2 Индивидуальные консультации учащихся по подготовке материалов для научно-практических конференций и конкурсов.

3 Зачетные занятия. Промежуточная и итоговая аттестация учащихся.

• Подведение итогов, проверка усвоения материала.

• Обсуждения учебного курса в целом.

1 Работа на плановых мероприятиях клуба и Дворца.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Нормативное обеспечение

1. Рабочая программа
2. Правила по работе учащихся в компьютерном классе
3. Инструкции по технике безопасности работы в компьютерном классе для учащихся
4. Инструкции по технике безопасности работы в компьютерном классе для педагогов

Учебно-методические пособия

1. Периодический журналы:
   - «Новости космонавтики»
   - «Российский космос»
   - «Авиация и космонавтика»
   - «Земля и вселенная»
   - «Пилотируемые полеты в космос»
   - «Популярная механика»
1. Библиотека рефератов клуба по космонавтике
2. Доклады учащихся прошлых лет
3. Электронные ресурсы:
   - http://orbitersimulator.com/ – space flight simulater – официальный сайт
   - www.spacenews.ru – Информационно-аналитический портал о космосе
   - www.novosti-kosmonavtiki.ru – Сайт информационно-издательского дома «Новости космонавтики»
   - www.energia.ru – Ракетно-космическая корпорация им. С.П. Королева
   - www.khrunichev.ru – Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева
1. Учебные плакаты, схемы
2. Документальные фильмы:
   - «Вернуться и умереть»
   - «Старт ракеты»
   - «Космические скорости»
   - «Битва за космос»
   - «История русского шаттла»
   - фрагменты документальной кинохроники
1. Мультимедийные презентации:
   - ««Разнообразие РКТ»
   - «Ракета-носители»
   - «Двигатели ракет»
   - «КА. Классификация и состав»
   - «Бортовое оборудование КА. Источники энергии КА»
   - «Движение ракеты»
   - «Силы действующие на ракету»
   - «Орбиты ИСЗ»
   - «Космические трассы»

- «Космодром»
- «Транспортировка РН к старту»

Диагностические и контрольные материалы

1. Условия типовых задач (Приложение 1)
2. Темы индивидуальных докладов
3. Компьютерная программа моделирования ракета-носителей «BOOSTER» (Приложение 2)
4. Компьютерная программа симулятор космических полетов «ORBITER»
5. Тесты по разделам программы
6. Вопросы к зачетным занятиям

Средства обучения

Технические:

1. Компьютерный класс (15 ноутбуков + ноутбук преподавателя)
2. Мультимедийное оборудование (проектор, экран)
3. Документ-камера

Программное обеспечение:

1. «BOOSTER» – программа моделирования ракет-носителей;
2. «ORBITER» – Space Flight Simulatera – свободное ПО;

Печатные:

1. библиотека рефератов клуба по космонавтике
2. библиотека книг по космонавтике
3. учебные плакаты и схемы
4. периодические журналы
   - «Новости космонавтики»
   - «Российский космос»
   - «Авиация и космонавтика»
   - «Земля и вселенная»
   - «Пилотируемые полеты в космос»
   - «Популярная механика»

Электронные образовательные ресурсы:

1. «BOOSTER» – программа моделирования ракет-носителей;
2. «ORBITER» – Space Flight Simulatera – свободное ПО;
3. www.spacenews.ru – Информационно-аналитический портал о космосе
4. www.novosti-kosmonavtiki.ru – Сайт информационно-издательского дома «Новости космонавтики»
5. vsm.host.ru – Виртуальный музей космонавтики
6. www.astronet.ru – Российская астрономическая сеть
7. www.skeptik.net/conspir/moonhoax.htm – Летали ли американцы на Луну
8. www.space.hobby.ru/main.html – История российской/советской космонавтики

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература для педагога

Книги

1. Вехи истории. 1946-2006. 60 лет федеральному государственному унитарному предприятию «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» // А.С. Селиванов, Е.П. Молотов, В.К. Старцев М.: «ЭЛЬФ ИПР» — 2006 г. — 88 с, с илл.
2. Черток Б.Е. Ракеты и люди. – 3 изд. – М.: Машиностроение, 2006. – 416 с.
3. Черток Б.Е. Ракеты и люди. т. 2. Подлипки - Капустин Яр – Тюратам – М.: "РТСофт", 2006. - 656 с., ил.
4. Ивановский О. Ракеты и космос в СССР. Записки секретного конструктора. М.: Молодая гвардия, 2005
5. Солодов Б. Нетрадиционные схемы ядерных ракетных двигателей для космических полетов. – Самарский информационный концерн, 2004. – 154 с.
6. Стасенко А.Л. Физика полета. – М.: Наука, 1988. – 134с.
7. Марленский А.Д. Основы космонавтики: Факультативный курс. Учеб пособие для учащихся. – 2 изд., перераб. – М.: Просвещение, 1985. – 158 с.
8. Глушко В.П. Космонавтика. Энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – 528с.
9. Твердовский В.Н. Космодром. М.: Машиностроение, 1976. – 160 с.
10. Сонин Е.К. Радиоэлектронное оборудование космических аппаратов. – М.: Энергия, 1972. – 96 с.
11. Рожков В.В. Двигатели ракет на твердом топливе. – М.: Воениздат, 1971. – 120 с.
12. Фертрегт М. Основы космонавтики. Пер. с англ. А. Н. Рубашова. Под ред. А.А. Космодемьянского. Пособие для студентов. – М.: Просвещение, 1969. – 301 с.
13. Волков Е.Б. Ракетные двигатели. – М.: Воениздат, 1969. – 108 с.
14. Перельман Р.Г. Цели и пути покорения космоса. – М.: Наука, 1967. – 211с.
15. Дмитриевский А.А., Кошевой В.Н. Физические основы полета ракет. – М.: Воениздат, 1962. – 80 с.

Периодические издания:

16. «Новости космонавтики»
17. «Российский космос»
18. «Авиация и космонавтика»
19. «Земля и вселенная»
20. «Пилотируемые полеты в космос»
21. «Популярная механика»

Электронные ресурсы:

22. www.kocmoc.info
23. www.novosti-kosmonavtiki.ru
24. www.energia.ru
25. www.khrunichev.ru/khrunichev/live
26. www.space.hobby.ru/main.html
27. galspace.spb.ru/
28. www.rtc.ru/encyk/space.shtml

Литература для учащихся

Книги

1. Черток Б.Е. Ракеты и люди. – 3 изд. – М.: Машиностроение, 2006. – 416 с.
2. Черток Б.Е. Ракеты и люди. т. 2. Подлипки - Капустин Яр – Тюратам – М.: "РТСофт", 2006. - 656 с., ил.
3. Бердичевский Б. Траектория жизни: люди, самолеты, ракеты. Серия: Символы времени. – М.: Аграф, 2005. – 320 с.
4. Феоктистов К. Зато мы делали ракеты. Серия: Диалог – М.: Время, 2005. – 288 с.
5. Марленский А.Д. Основы космонавтики: Факультативный курс. Учеб пособие для учащихся. – 2 изд., перераб. – М.: Просвещение, 1985. – 158 с.
6. Перельман Р.Г. Цели и пути покорения космоса. – М.: Наука, 1967. – 211с.
7. Дмитриевский А.А., Кошевой В.Н. Физические основы полета ракет. – М.: Воениздат, 1962. – 80 с.

Периодические издания:

8. «Новости космонавтики»
9. «Российский космос»
10. «Авиация и космонавтика»
11. «Земля и вселенная»
12. «Пилотируемые полеты в космос»
13. «Популярная механика»

Электронные ресурсы:

14. www.kocmoc.info
15. www.novosti-kosmonavtiki.ru
16. www.energia.ru
17. www.khrunichev.ru/khrunichev/live
18. www.space.hobby.ru/main.html
19. galspace.spb.ru/
20. www.rtc.ru/encyk/space.shtml

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1
Практические задания. Типовые упражнения

Упражнение 1.

Масса ракеты до заполнения ее топливом составляет 2 кг. Масса топлива – 8 кг. Скорость истечения продуктов сгорания – 2 км/с. Рассчитайте характеристическую скорость ракеты.

Ответ: V = 3.22 км/с.

Упражнение 2

Какой скорости достигла бы та же ракета, если бы топливо покинуло ее с прежней скоростью, но не постепенно по мере выгорания, а мгновенно, в одном импульсе? Сравните полученный результат с ответом предыдущей задачи и установите, в каком случае и во сколько раз скорость ракеты больше. Можно ли в подобном мгновенном импульсе отделить корпус ракеты от всего топлива?

Ответ: V_1 = 8 км/с.; 2,5 раза; нельзя.

Упражнение 3

Продолжим рассмотрение движения ракеты, описанной в предыдущем упражнении. Масса ее конструкции – 2 кг, масса топлива – 8 кг, скорость истечения продуктов сгорания – 2 км/с.

Пусть секундный расход топлива составляет 1 кг/с.

1. Определите силу тяги ракеты.
2. Найдите ускорение ракеты в начале ее движения, в конце первой, второй, ..., восьмой секунды.
3. На основании полученных результатов постройте график изменения ускорений в зависимости от времени полета ракеты (используйте равномерные шкалы).
4. Найдите пройденные ракетой пути к исходу первой, второй ..., восьмой секунды.
5. На основании сделанных расчетов постройте график пути ракеты в зависимости от времени полета (шкалы равномерные).
6. Используя результаты задачи 4 (а) из упражнения 1, постройте график скорости движения ракеты в зависимости от времени ее полета (шкалы равномерные).
7. Сравните построенные графики ускорения, скорости и пути ракеты с ранее изученными в VIII классе соответствующими графиками для равноускоренных движений.

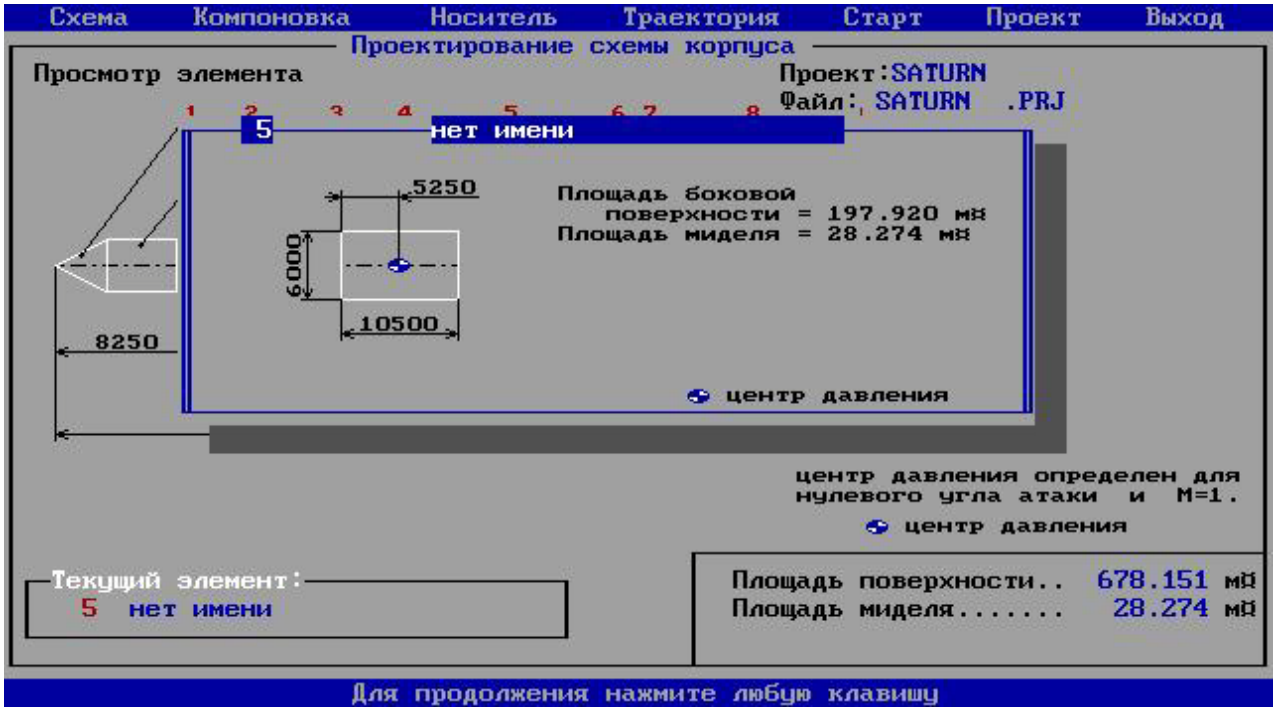
Ответ:

1. $F_{тяги} = 2000$Н;
2. $a_0 = 200$м/с2, $a_1 = 220$ м/с2, $a_2 = 250$ м/с2, $a_8 = 1000$ м/с2;
3. $S_1 = 103.5$м, $S_2 = 429.7$ м, $S_5 = 3068.6$ м, $S_8 = 9562.2$ м;

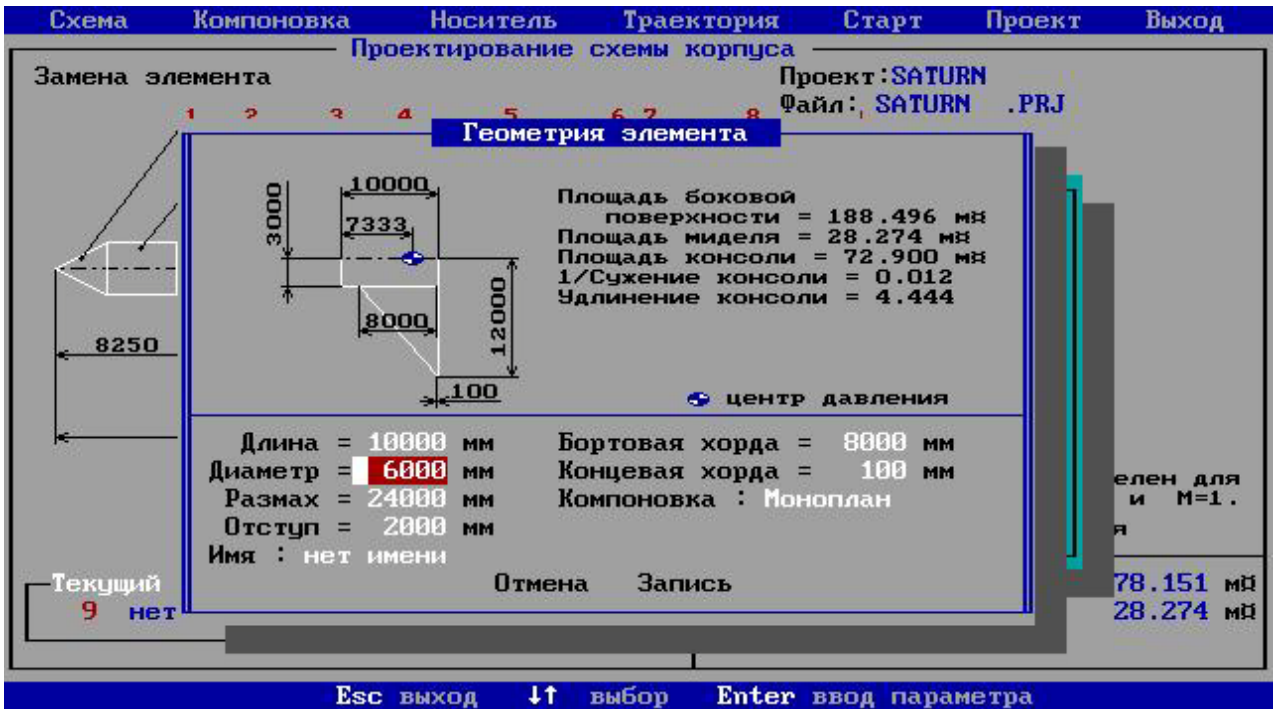
Приложение № 2
Компьютерное моделирование ракеты-носителя в программе «BOOSTER»

Порядок создания проекта РН

1. Создание схемы РН – выбор формы носового обтекателя, корпуса РН (цилиндр, конус, эллипс), наличие крыльев
2. Компоновка РН (полезная нагрузка, приборный отсек, переходный отсек, топливный отсек, двигательный отсек)
3. Задание масс созданных элементов, определение типа топлив
4. Расчет траектории (углы взлета и тангажа, график зависимости скорости от времени, график зависимости высоты полета от времени, график углов)

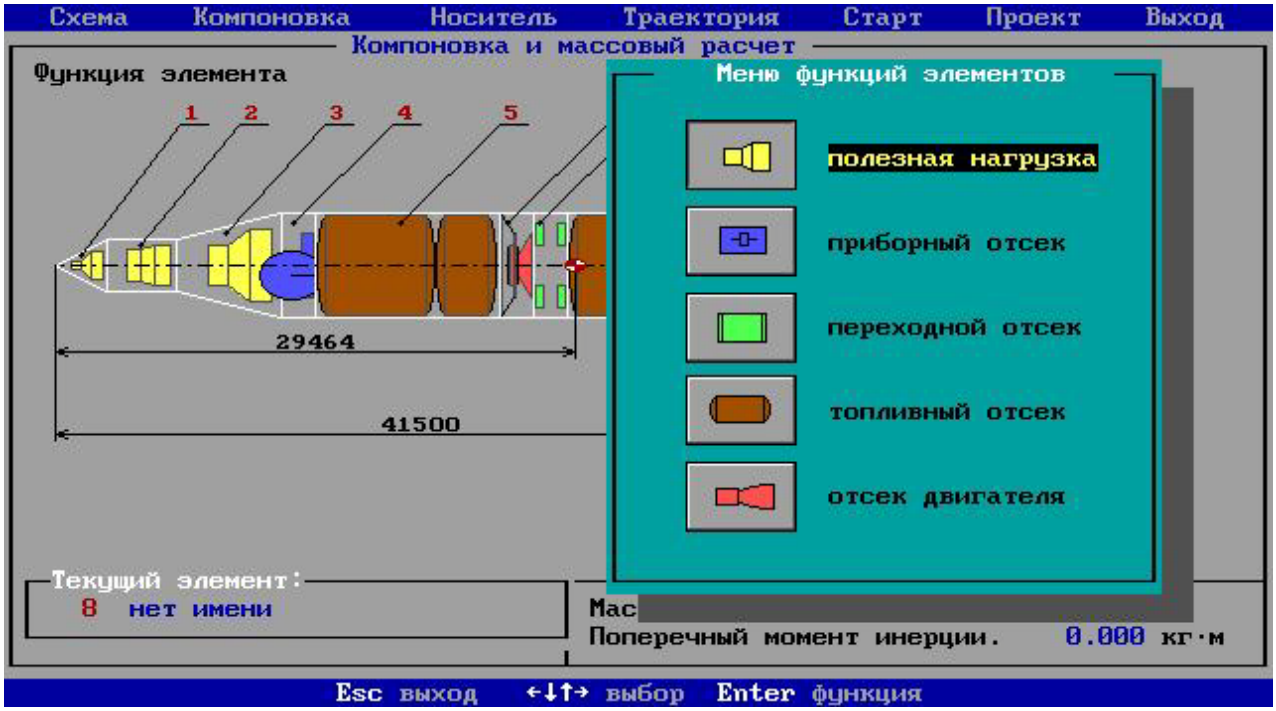


Создание схемы РН. Задание количества и габаритов ступеней

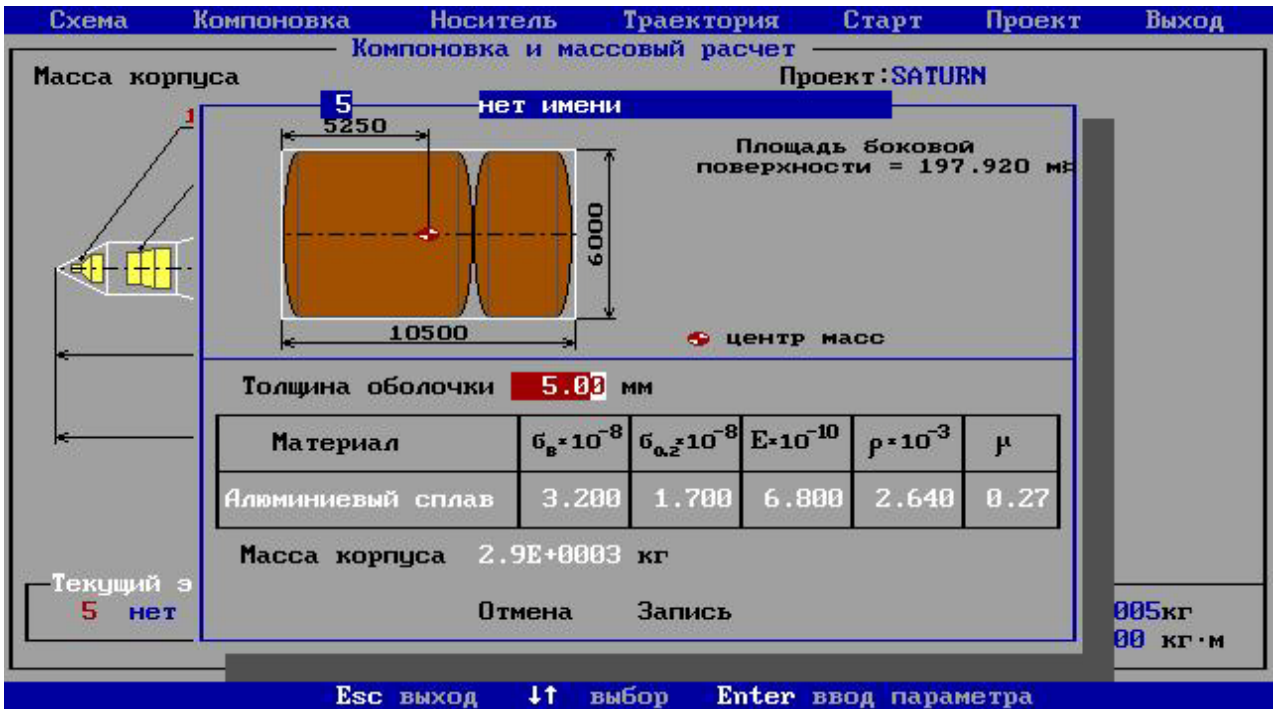


Создание схемы РН. Определение параметров крыльев ракеты-носителя

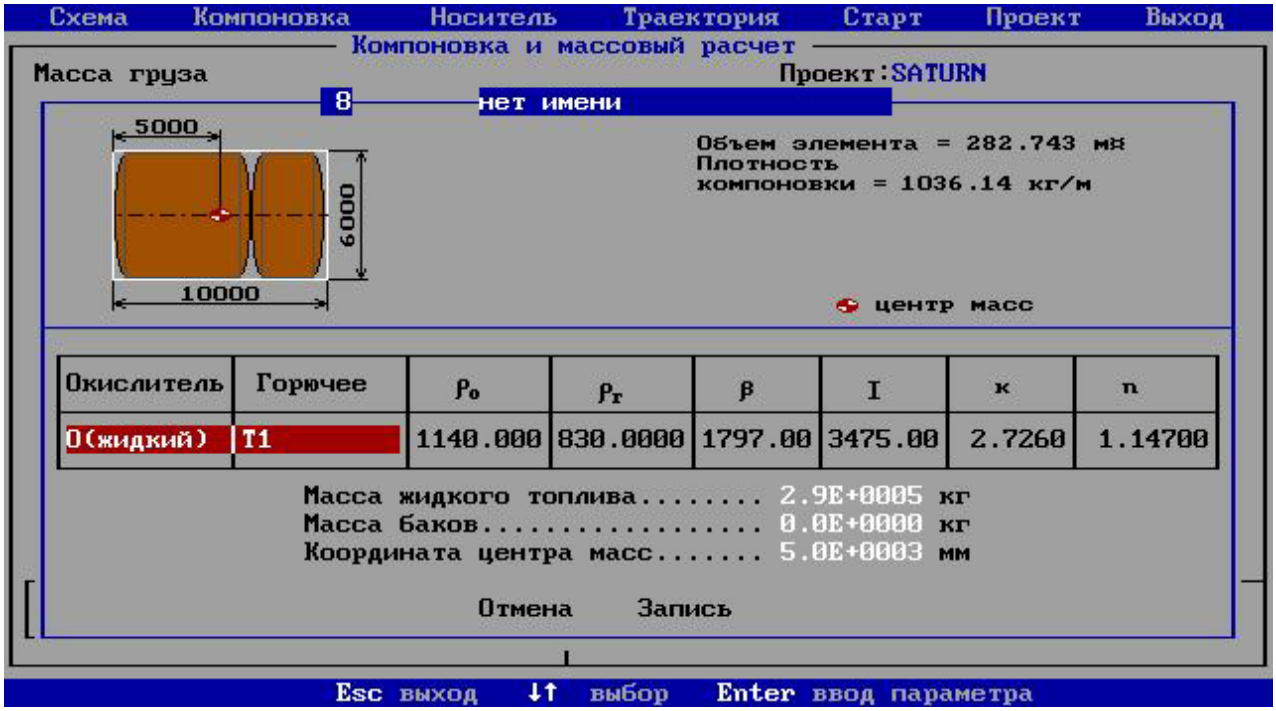
Создание схемы РН. Конечные габариты ракеты-носителя



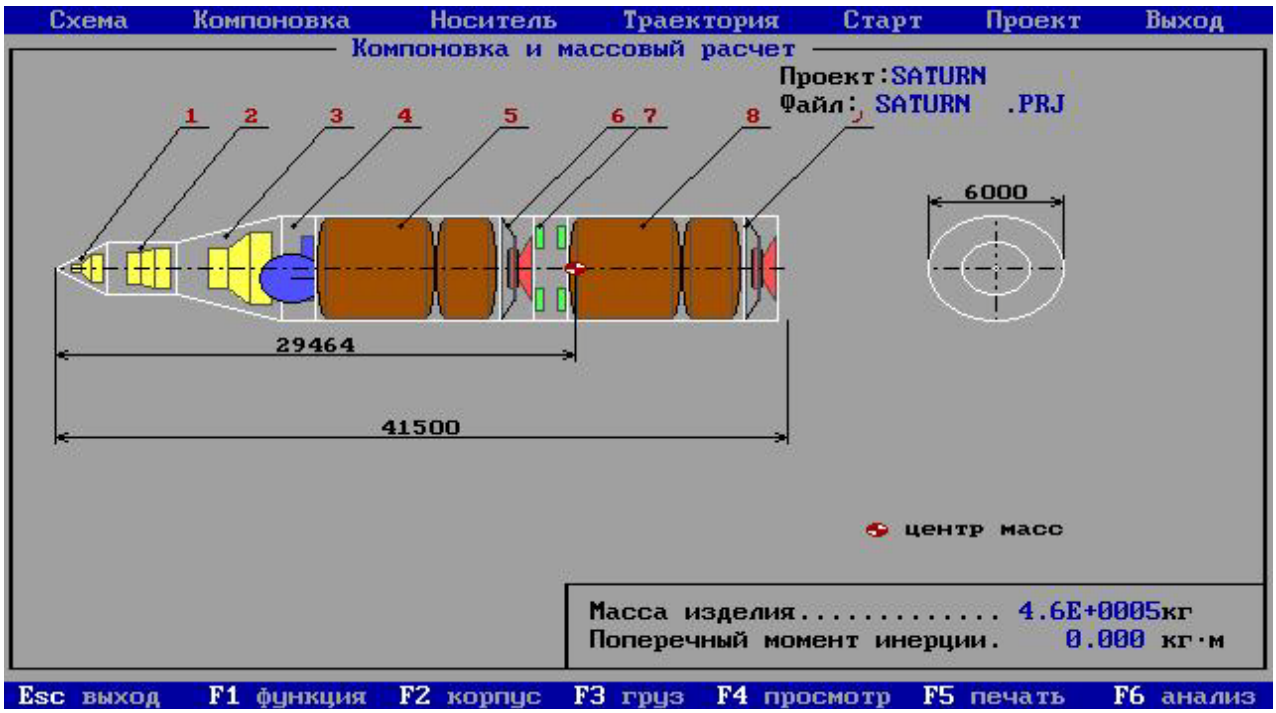
Компоновка РН. Назначение функций отсеков



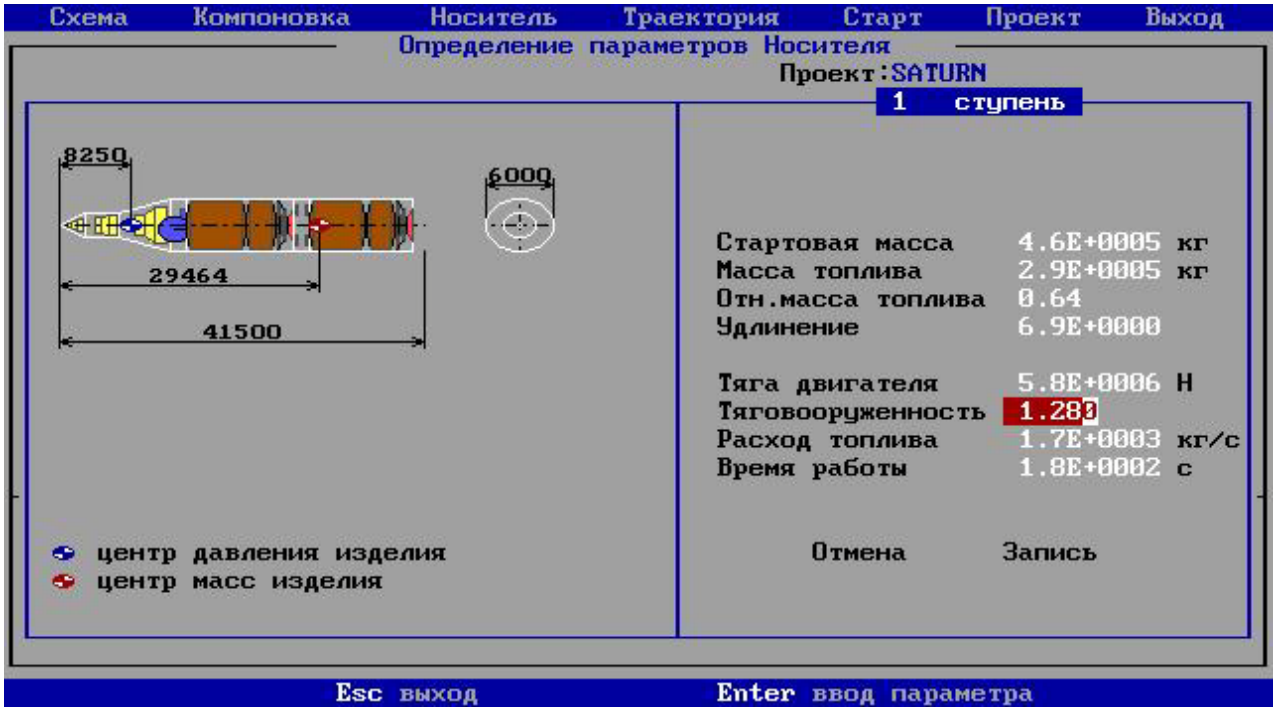
Компоновка РН. Выбор материала корпуса ракеты-носителя.



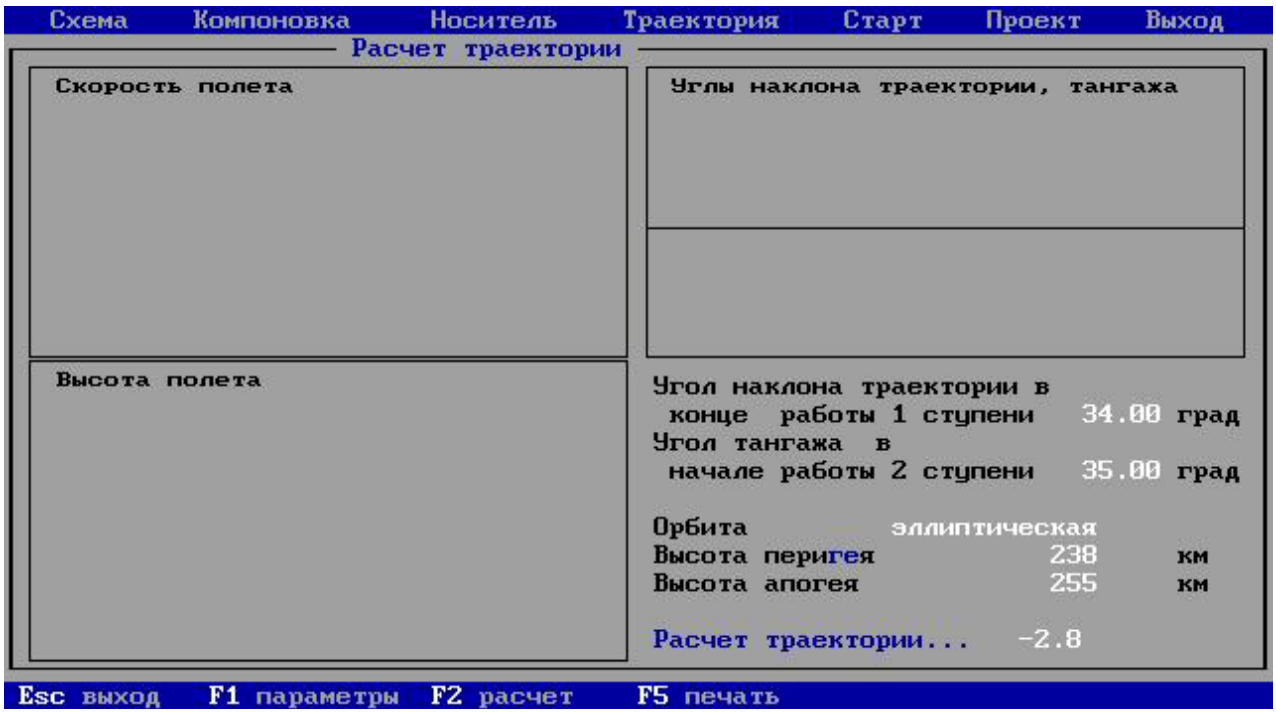
Компоновка РН. Выбор компонентов топлива



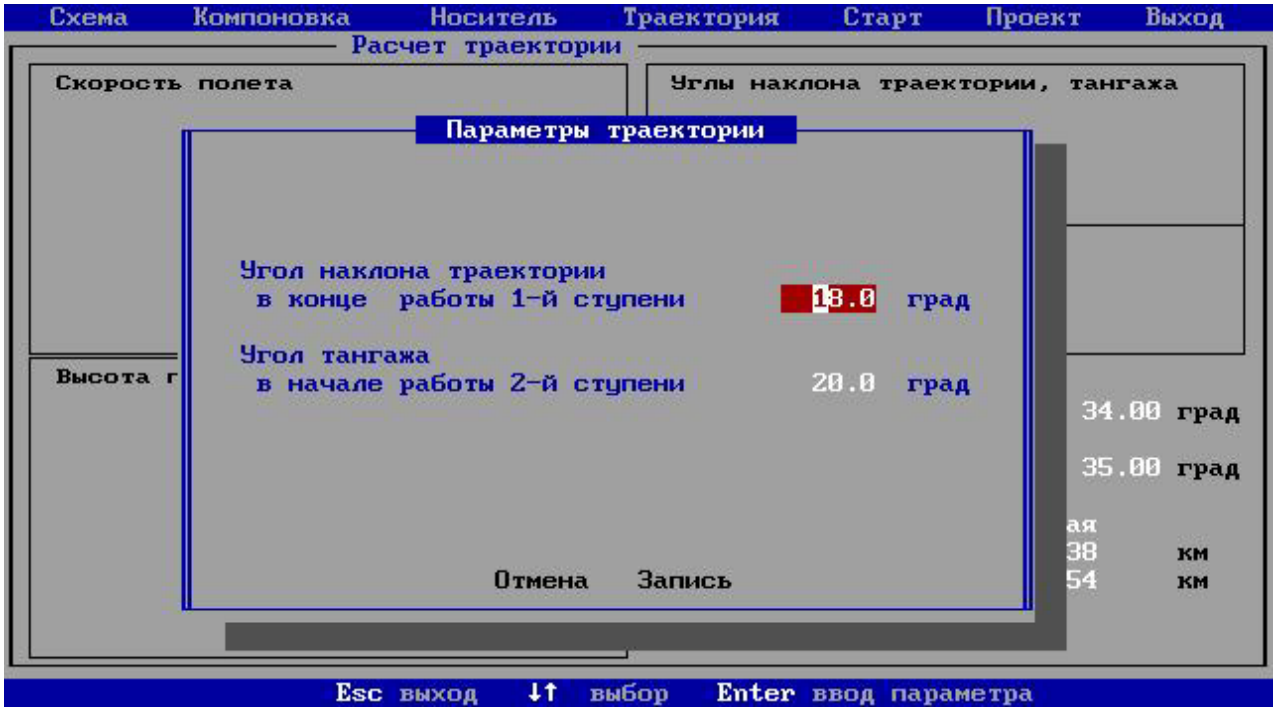
Компоновка РН. Массовый расчет ракеты-носителя; определение центра масс.



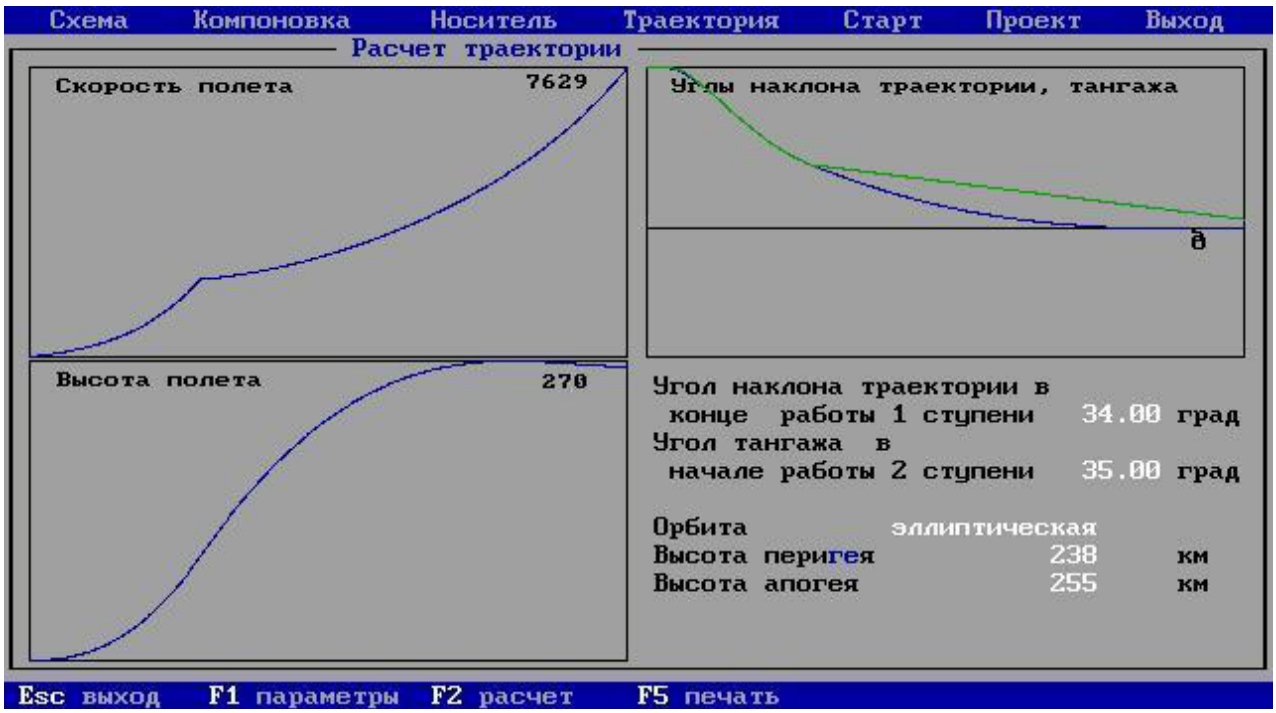
Задание параметров. Задание характеристик ступеней



Расчет траектории. Задание параметров орбиты ракеты-носителя



Расчет траектории. Задание наклона ракеты-носителя на этапах отделения ступеней



Расчет траектории. Результаты полета ракеты-носителя.