

УТВЕРЖДАЮ

Представитель заказчика

_____ Егоров В.
«__» _____ 2016г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель проекта

_____ Парцевский Н.С.
«__» _____ 2016г.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ АВАНПРОЕКТА

Разработка малого космического аппарата для дистанционного зондирования
Луны.

Шифр: МКА-ДЗЛ

1. Наименование, шифр, основание, исполнитель и сроки выполнения аванпроекта.

1.1 Наименование – Разработка малого космического аппарата для дистанционного зондирования Луны.

1.2 Основание – Проект на boomstarter.ru.

1.3 Исполнитель – _.

1.4 Срок выполнения – до 30.09.2016г.

2. Цель выполнения аванпроекта, наименование и назначение изделия.

2.1 Цель – Научно-техническое обоснование реализации поставленной задачи.

2.2 Наименование изделия – Малый космический аппарат для дистанционного зондирования Луны.

2.3 Назначение изделия – съёмка в оптическом диапазоне поверхности Луны, с целью документирования объектов человеческой деятельности.

3. Состав изделия.

3.1 Космическая платформа:

- БЦВМ;
- БРК;
- СУОС;
- СОТР;
- СЭС;
- МДУ;
- конструкция.

3.2 Целевая аппаратура:

- оптическая камера широкоугольная;
- оптическая камера высокого разрешения (Телескоп).

3.3 НКУ:

- ЦУП;
- баллистический центр;
- НС управления (приём телеметрической и передача командной информации).

3.4 НКПОР:

- Станция приёма, записи и передачи целевой информации (СПЗП);
- сайт отображения информации;
- сервер хранения целевой информации.

4. Тактико-технические требования к изделию

4.1. Требования назначения.

4.1.1 КА:

4.1.1.1 Общие:

- масса космического аппарата (КА) не должна быть более 100 кг¹.
- КА должен иметь возможность самостоятельно выйти на требуемую орбиту Луны после выведения его в качестве полезной нагрузки в космос.
 - Орбита должна обеспечивать выполнение основной цели.

4.1.1.2 Бортовой радиокomплекс (БРК):

- должен обеспечивать устойчивую связь Земля<-> КА² на всех этапах функционирования КА;
- должен обеспечить возможность перезагрузки бортовых систем напрямую через БРК (реализация релейных команд);
- должен обеспечить работу БРК в режиме “Маяка” (передача информации о состоянии КА);
- должен обеспечить возможность загрузки обновлений программного обеспечения (ПО), как общесистемного (ОПО), так и специального (СПО);
- БРК используется, для определения положения КА;
- Необходимая скорость передачи данных определяется на дальнейших этапах работы. При расчёте на 1 этапе работы считать скорость передачи равной 1 мбит\с.
- БРК является отдельным элементом КА, связанная с БКУ только каналами связи. И имеет своё собственное ПО для выполнения поставленных задач;
- БРК должен иметь высокоскоростной информационный интерфейс с целевой аппаратурой.

4.1.1.3 Бортовой комплекс управления (БКУ):

- Система управления ориентацией и стабилизацией (СУОС):
 - должна обеспечить выход КА на заданную орбиту Луны;
 - должна обеспечивать работу БРК и целевой аппаратуры (ЦА);
 - состав датчиков и исполнительных органов определяется на этапе проектирования.

¹ Уточняется по результатам проработки КА

² Для этого надо рассмотреть возможность:

- резервирования основного БРК
- применение УКВ приёмо-передатчика, как резервного.

На этапе проработки проекта необходимо рассмотреть данные варианты и выбрать один.

- Бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ):
 - должна обеспечить отказоустойчивую работу во время перелёта и выполнения задачи³.
 - должна обеспечивать управление всеми системами БКУ и СЭС.
- Программное обеспечение (ПО):
 - ОПО⁴:
 - обеспечение обмена информацией между подзадачами СПО;
 - управление задачами и выставление приоритетов;
 - программный смотровой таймер (WatchDog), для отслеживания зависания ПО;
 - запись телеметрии в Энергонезависимую память;
 - сброс аппаратного смотрового таймера;
 - обеспечение необходимых каналов управления (драйверы).
 - СПО⁵:
 - проверка памяти на наличие ошибок\исправление одиночных;
 - главная задача логики;
 - управление СЭС;
 - управление СОТР;
 - управление СУОС;
 - управление ЦА;
 - управление передачей информации между системами.
- Энергонезависимая память:
 - должна обеспечить реализацию хранения и передачи данных между БКУ<->БРК;
 - должна обеспечить хранение телеметрической информации;
 - необходимо обеспечить хранение троированного образа ПО⁶;
 - необходимо обеспечить область для хранения обновления ПО⁷;
- Аппаратный смотровой таймер (WatchDog):
 - обеспечение отслеживания зависания БЦВМ и её перезапуск при необходимости.

4.1.1.4 Система обеспечения температурного режима (СОТР):

- при проектировании необходимо отталкиваться от принципа использования пассивных средств (покрытий, красок, радиаторов).

³ На этапе разработки надо рассмотреть возможность использовать в качестве БЦВМ радиационно стойкий микроконтроллер.

⁴ Состав ОПО определяется при проектировании БКУ

⁵ Состав СПО определяется при проектировании БКУ

⁶ 1 версия первоначального ПО, 2 и 3 копии - резервные текущей. При возникновении ошибок при загрузке - используются 2 или 3 копии (в том числе сравниваются их контрольные суммы). При возникновении ошибок с ними, происходит загрузка с 1 версии.

⁷ При запуске БЦВМ, загрузчик проверяет наличие флага о новом ПО, проверяет контрольную сумму и загружается с новой версии, убирая флаг.

- необходимо обеспечить необходимый уровень для безотказной работы бортовой аппаратуры (БА).

4.1.1.5 Конструкция:

- должна обеспечить сохранение БА и геометрических свойств во время и после выведения на ракете-носителе (РН);
- корпус КА должен выдерживать все сочетания статических и динамических нагрузок при наземной экспериментальной отработке КА, обслуживании, транспортировке, запуске и в полете на орбите;
- должна быть обеспечена взаимозаменяемость баков с рабочим телом для МДУ и ГД, с целью адаптации к средству выведения;
- должна обеспечивать точную установку приборов СУОС и целевой аппаратуры относительно друг-друга.

4.1.1.6 Система электроснабжения (СЭС):

- должна обеспечить возможность многократного включения/выключения БА;
- должна обеспечить восполняемость энергии и её сохранение;
- должна обеспечить работоспособность всей БА;
- неисправность типа «размыкание» или «короткое замыкание» любого одного элемента в аккумуляторной батарее не должна вызывать отклонений в функционировании КА.
- максимальная глубина разряда аккумуляторов не должна превышать 20% в условиях наихудшего случая при одном отказавшем элементе.
- при проектировании необходимо предусмотреть отслеживание тиристорного эффекта в БА от воздействия ТЗЧ⁸.

4.1.1.7 Целевая аппаратура (ЦА):

- должна обеспечить разрешение съемки не хуже 30 см на элемент изображения (пиксель) при условии работы на рабочей орбите;
- должна обеспечить минимизацию смаза изображения (аппаратно\программно);
- должна иметь прямую высокоскоростную связь с БРК для передачи целевой информации ЦИ;
- должна иметь свой управляющий компьютер, обеспечивающий выполнение своей задачи;
- должна иметь возможность выдавать на передачу сжатой ЦИ;
- должна иметь хранилище целевой информации⁹;

4.1.2 Наземный сегмент:

4.1.2.1 Наземный комплекс управления (НКУ):

⁸ При обнаружении аномального повышения потребления отключить прибор.

⁹ Объем определяется из условий функционирования.

- должен проектироваться с учётом минимизации затрат на его создание;
- максимальное использование существующих (уже созданных) средств.

4.1.2.2 Наземный комплекс приёма, обработки и распространения (НКПОР) информации.

- должен проектироваться с учётом минимизации затрат на его создание;
- максимальное использование существующих (уже созданных) средств.

4.1.3 Рабочая орбита (РО):

4.1.3.1 Обязательные требования:

- должна быть стабильной и не требовать коррекций для поддержания в течение всего запланированного САС;
- должна быть максимально близка к круговой;
- перицентр не должен опускаться ниже 15 км в течение всего запланированного САС;
- наклонение должно быть не меньше $44,12^\circ$ (следует из списка целей)
- средняя высота орбиты должна быть не больше 100 км (следует из характеристик оптики и целевого разрешения).

4.1.3.2 Желательные параметры:

- следует минимизировать высоту орбиты для максимизации разрешения;
- следует максимально приблизить наклонение к 90° , чтобы охватить максимальную площадь поверхности;
- следует минимизировать сумму расстояний до целей во время прохождения спутника над ними, с учётом углов съёмки;
- желательно, чтобы орбита прецессировала на запад, а не на восток, для увеличения частоты съёмки каждой цели.

4.2. Требования радиоэлектронной защиты.

4.2.1. Бортовая аппаратура должна быть защищена от статического электричества;

4.2.2. Бортовая аппаратура должна нормально функционировать и не создавать помех в условиях совместной работы.

4.2.3. Должна быть обеспечена помехозащищённость каналов управления КА и передачи информации с КА.

4.2.4. Кабели, располагаемые на внешней поверхности корпуса КА, должны иметь экранированное исполнение.

Требования по обеспечению непрерывности экранирования цепей в кабелях должны быть определены в электрических схемах бортовых систем КА.

4.3. Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям.

4.3.1. Условия эксплуатации КА определяются следующими внешними воздействующими факторами (ВВФ):

- механическими (колебания, удары, ускорения, акустический шум);
- климатическими (давление, температура, влажность);
- электромагнитными (электромагнитные поля, радиоизлучения, статическое электричество, помехи в электрических цепях);
- радиационными (ионизирующие излучения космического пространства, электромагнитные излучения Солнца, тяжелые заряженные частицы);
- аэродинамическими (аэродинамический нагрев, скоростной напор);

4.3.2. Аппаратура, оборудование, кабели и конструкция КА должны сохранять работоспособность и надежно функционировать:

- во время и (или) после воздействий ВВФ в процессе наземной подготовки, транспортирования и хранения;

- во время и (или) после воздействий ВВФ в процессе выведения в составе РН на орбиту;
- во время и (или) после воздействий ВВФ на этапе начальных режимов после разделения и отделения КА от РН и при формировании рабочей орбиты;
- в условиях воздействия ВВФ на рабочей орбите;

Примечание – Требования по функционированию во время воздействий ВВФ на этапе выведения и на этапе начальных режимов предъявляются только к системам и элементам, функционирующим на данных этапах.

4.4. Требования надёжности.

4.4.1. Срок активного существования КА должен быть не менее 1 года.

4.4.2. Вероятность безотказной работы КА в течение срока активного существования, равного 1 году, должна быть не менее 0,75.

4.4.3. На этапе аванпроекта должна быть проведена оценка и уточнение ВБР составных частей КА и КА в целом.

4.4.4. При проектировании КА необходимо обеспечить программно-аппаратные средства резервирования и парирования НШС.

4.5. Требования эргономики, обитаемости и технической эстетики.

4.5.1. КА необходимо проектировать с учётом простоты его собираемости, без разработки специальных приспособлений.

4.5.2. Размещение бортового оборудования в КА должно обеспечивать удобство монтажа и демонтажа при сборке КА, доступность визуального контроля, травмо- и электробезопасность.

- 4.5.3. При особых условиях монтажа должны быть специальные поясняющие надписи и знаки.
- 4.6. Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта.
- 4.6.1. Необходимо обеспечить минимальное вмешательство после изготовления. К техническому обслуживанию необходимо отнести контроль заряда АБ и простота заправки рабочего тела.
- 4.6.2. Несанкционированное снятие электропитания в процессе испытаний и последующая его подача не должны приводить к выходу из строя систем и агрегатов. Время нахождения аппаратуры в выключенном состоянии без приведения ее в исходное состояние не должно ограничиваться.
- 4.6.3. Ресурс приборов, агрегатов и систем, выделяемый на приборы, агрегаты и системы на их наземные испытания в составе КА, должен обеспечивать выполнение электрических проверок на всех этапах наземной подготовки.
- 4.6.4. Конструктивное оформление приборов должно исключать возможность их неправильной установки относительно базовых осей координат изделия.
- 4.6.5. Аппаратура бортовых систем КА должна иметь доступ и возможность ее замены при наземной подготовке КА.
- 4.6.6. В аппаратуре бортовых систем должна быть предусмотрена возможность контроля исходного состояния средств коммутации электропитания.
- 4.6.7. При автономных проверках бортовых систем и их элементов (нагревателей, датчиков и т.д.) в процессе сборки КА должен

осуществляться контроль отсутствия связи шин питания с корпусом.

4.6.8. Проверки КА в максимально возможном объеме должны проводиться без демонтажа элементов конструкции.

4.6.9. Конструктивное исполнение КА, его систем и агрегатов, их размещение внутри КА и вне КА должны обеспечивать:

- удобство и безопасность монтажных работ, обслуживания и ремонта в процессе наземной подготовки;
- доступ к составным частям КА, аппаратуре и оборудованию, возможность их замены без демонтажа или с минимальным демонтажем других частей КА, без дополнительных подстроечных и регулировочных операций;
- исключение возможности неправильного подключения разъемов аппаратуры;
- исключение возможности неправильной установки бортовых приборов относительно базовых осей координат КА.

4.7. Требования транспортабельности.

4.7.1. КА должен обеспечивать возможность его транспортирования в специальном контейнере без снижения технических характеристик следующими видами транспорта:

- автомобильным транспортом (на расстояние до 500 км со скоростью до 40 км/ч по шоссейным дорогам и до 20 км/ч по грунтовым дорогам);
- воздушным транспортом (на расстояние до 10000 км с тремя взлетами-посадками, без ограничения скорости и высоты).
- железнодорожным транспортом на расстояние до 10000 км в соответствии с нормами и правилами, действующими в РФ.

- 4.8. Требования безопасности.
 - 4.8.1. Схемное и конструктивно-компоновочное исполнение КА и его аппаратуры должно обеспечивать безопасность обслуживающего персонала от отравления компонентами топлива, поражения электрическим током, воздействия статического электричества и вредных излучений (высокочастотных, ионизирующих и т.п.).
 - 4.8.2. Все материалы, покрытия, комплектующие элементы, применяемые при создании КА и его аппаратуры, в процессе сборки и наземной эксплуатации КА не должны выделять веществ в объеме, представляющем опасность для обслуживающего персонала и материальной части КА.
 - 4.8.3. Должны быть предусмотрены средства защиты аппаратуры, оборудования, механизмов и ПО БКУ КА от несанкционированного срабатывания.
- 4.9. Требования обеспечения режима секретности.
 - 4.9.1. Требования не предъявляются.
- 4.10. Требования защиты от иностранных технических разведок.
 - 4.10.1. Требования не предъявляются.
- 4.11. Требования стандартизации, унификации и каталогизации.
 - 4.11.1. Требования не предъявляются.
- 4.12. Требования технологичности.
 - 4.12.1. При создании КА должно быть обеспечено максимальное использование существующей технологической базы (покупных элементов) и отработанных технологических процессов.
 - 4.12.2. Монтаж и демонтаж аппаратуры должен проводиться, по возможности, без демонтажа смежных приборов и устройств, а также кантования КА.

4.12.3. При проектировании КА должны быть применены стандартные крепеж, покрытия, смазки и т.д., что позволит сократить сроки проведения испытаний и отработки, а также сократить объем технологической и испытательной материальной части для этих испытаний и отработки.

4.13. Конструктивные требования.

4.13.1. Конструкция КА должна обеспечивать необходимые поля обзора целевой аппаратуры, оптических датчиков и незатенение диаграмм направленности антенн бортовых радиоэлектронных средств.

4.13.2. Конструкция КА должна обеспечивать возможность монтажа и демонтажа технологического оборудования (при изготовлении, сборке, для проведения испытаний, транспортирования) и летного оборудования.

4.13.3. Конструкция КА должна обеспечивать возможность транспортирования и кантования КА на всех этапах подготовки без демонтажа элементов конструкции, расстыковки БКС.

4.13.4. Конструктивное и схемное исполнение КА должно обеспечивать доступность к контрольным разъемам, узлам стыковки, такелажным узлам; должны быть предусмотрены технические решения, направленные на предотвращение ошибочных действий личного состава при выполнении штатных операций.

4.13.5. В конструкции СБ должна быть предусмотрена возможность многократного (не менее двух раз) демонтажа и последующей установки СБ на КА.

4.13.6. Конструкция КА должна обеспечивать:

- установку и условия функционирования служебных систем и ЦА;
- возможность эксплуатации КА на рабочей орбите;
- замену отдельных приборов и оборудования на рабочем месте

- испытаний КА с минимальным объёмом монтажно-демонтажных работ;
- размерную стабильность и сохранение отъюстированного взаимного положения приборов и оборудования КА, требуемые для обеспечения нормальной работы КА и его подсистем на всех этапах эксплуатации.

5. Технико-экономические требования.

- 5.1. Разработка и экспертиза аванпроекта должна быть выполнена на средства, привлечённые на boomstarter.ru.
- 5.2. По результатам Аванпроекта необходимо сделать технико-экономическое обоснование реализации проекта.
- 5.3. Необходимо стремиться к минимизации цены реализации проекта.
 - 5.3.1. Общая цена реализации проекта (изготовление и испытания) до пуска должна быть в пределах 10 млн \$.

6. Требования к видам обеспечения.

6.1. Требования к диагностическому обеспечению.

6.1.1. Должны быть обеспечены контроль и диагностика состояния бортового служебного оборудования и ЦА при наземных испытаниях, подготовке к запуску и в полете в составе КА.

6.1.2. Должны быть разработаны алгоритмы идентификации и парирования возможных расчетных отказов бортового оборудования средствами БКУ и НКУ.

6.2. Требования к математическому, программному и информационно-лингвистическому обеспечению.

6.2.1. Программное обеспечение БКУ должно обеспечивать реализацию алгоритмов для решения следующих основных задач:

- организация вычислительного процесса в БКУ;
- определение и управление ориентацией КА;
- прием, хранение, обработка и распределение командно-программной информации, получаемой от наземного комплекса управления через БРК;
- управление функционированием бортовых служебных систем, включая автономный контроль состояния этих систем,
- управление и контроль ЦА;
- контроль, диагностика и автоматическое парирование расчетных нештатных ситуаций всех служебных систем КА;
- контроль, диагностика и парирование в автоматизированном режиме НШС КА;
- сбор, форматирование и передача в ЦУП через БРК контрольно-диагностической информации о техническом состоянии и функционировании КА;

- проведение контрольных проверок правильности функционирования всех бортовых систем в процессе испытаний и эксплуатации КА по указаниям НКУ;
- проведение прогноза текущих навигационных параметров;
- поддержание непрерывного выполнения задач в условиях единичных сбоев вычислительных средств;
- управление работой КА на этапе формирования рабочей орбиты.

6.2.2. Должна быть обеспечена возможность модификации ПО БКУ во время функционирования КА в условиях космического пространства.

6.2.3. ПО БКУ должно обеспечивать построение начальной ориентации КА в автоматическом режиме без вмешательства НКУ.

6.2.4. ПО БКУ должно обеспечивать возможность разрешения и запрета выполнения как отдельных комплексных режимов работы БКУ, так и режимов работы бортовых систем.

6.2.5. ПО БКУ должно обеспечивать блокировку использования отказавшего бортового оборудования от дальнейшего применения при функционировании КА, а также оборудования, на использование которого введен запрет от НКУ.

7. Требования к сырью, материалам и комплектующим изделиям межотраслевого применения.

- 7.1. Материалы должны выбираться в соответствии с эксплуатационными требованиями и их конструкционно-технологическими, физико-механическими свойствами с учетом условий, которые могут привести к ухудшению этих свойств. Материалы должны выбираться так, чтобы обеспечить требуемый срок службы КА в условиях хранения и эксплуатации.
- 7.2. При проектировании желательно использовать оборудование отечественного производства.
- 7.3. При отсутствии отечественных устройств, можно использовать оборудование иностранного производства.
- 7.4. Предпочтение при проектировании отдавать уже готовым компонентам, имеющим лётную квалификацию.

8. Требования к учебно-тренировочным средствам.

- 8.1. Требования не предъявляются.

9. Специальные требования.

- 9.1. Требования не предъявляются.

10. Требования защиты государственной тайны при выполнении аванпроекта.

- 10.1. Требования не предъявляются.

11. Требования к порядку выполнения и приёмки аванпроекта.

11.1. При выполнении работы должны использоваться:

- методы компьютерного моделирования и обработки информации;
- существующее программное обеспечение.

11.2. В ходе разработки аванпроекта должны быть:

- проведены необходимые расчёты и изыскания для наполнения предварительного оглавления представленного в Приложении 2.

11.3. Материалы аванпроекта должны содержать:

- пояснительную записку, а также комплект графических, расчётных и других материалов;
- предварительный генеральный план-график создания космического комплекса;
- структурную схему деления космического комплекса.

Приложение 1. Список сокращений.

АБ	аккумуляторная батарея
БА	бортовая аппаратура
БКУ	бортовой комплекс управления
БРК	бортовой радио-комплекс
БЦВМ	бортовая цифровая вычислительная машина
ВВФ	внешние воздействующие факторы
ДЗЛ	дистанционное зондирование Луны
КА	космический аппарат
КП	космическое пространство
МДУ	маршевая двигательная установка
МКА	малый космический аппарат
НКПОР	наземный комплекс приёма обработки и распространения
НКУ	наземный комплекс управления
НС	наземная станция
НШС	не штатная ситуация
ОПО	общесистемное программное обеспечение
ПО	программное обеспечение
РН	ракето-носитель
РО	рабочая орбита
СБ	солнечная батарея
СОТР	система обеспечения теплового режима
СПЗП	станция приёма, записи и передачи
СПО	специальное программное обеспечение
СУОС	система управления ориентацией, стабилизацией

СЭС	система электроснабжения
ТЗ	техническое задание
ТЗЧ	тяжёлая заряженная частица
ЦА	целевая аппаратура
ЦУП	центр управления полётом

Приложение 2. Примерное оглавление пояснительной записки Аванпроекта.

Введение (постановка задачи)

1 Назначение, основные задачи и требования, предъявляемые к КА

1.1 Назначение и основные задачи КА

1.2 Требования, предъявляемые к КА

1.2.1 Требования по надежности

1.2.2 Требования по механическим нагрузкам

1.2.3 Требования по внешним воздействующим факторам

1.2.3.1 Тепловая модель

1.2.3.2 Радиационные условия

1.2.3.3 Воздействие метеорно-техногенных тел

1.2.3.4 Электромагнитная совместимость

1.3 Программа полета (программа исследований)

2 Состав космического комплекса

2.1 Состав космического аппарата

2.1.1 Служебная платформа

2.1.2 Полезная нагрузка

2.2 Средства выведения

2.3 Средства управления (НКУ)

2.4 Средства приема, обработки и распространения целевой информации (НКПОР)

3 Проектный облик КА и основные характеристики

3.1 Принципы построения космического аппарата (КА)

3.2 Конструктивно-компоновочная схема КА

3.3 Предварительные Массово-инерционные характеристики

3.3.1 Массовая сводка

3.3.2 Системы координат

3.3.3 Массово-инерционные характеристики

3.4 Предварительный расчет энергодбаланса и СЭС

3.5 Предварительный расчет теплового баланса

3.6 Баллистическое обоснование

4 Основные характеристики систем служебной платформы

4.1 Бортовой комплекс управления

- 4.1.1 Назначение
- 4.1.2 Состав
- 4.1.3 Программное обеспечение
- 4.2 Бортовой радиокomплекс
 - 4.2.1 Назначение
 - 4.2.2 Анализ и обоснование выбора типа при мо-передатчика
 - 4.2.3 При мо-передатчик
 - 4.2.4 Антенно-фидерная система
- 4.3 Система электроснабжения
 - 4.3.1 Назначение
 - 4.3.2 Состав СЭС
 - 4.3.3 Солнечные панели
 - 4.3.4 Аккумуляторные батареи
 - 4.3.5 Система преобразования и управления
- 4.4 Двигательная установка КА
 - 4.4.1 Назначение
 - 4.4.2 Анализ и обоснование выбора типа ДУ
 - 4.4.3 Состав ДУ
 - 4.4.4 Описание и характеристики блоков и систем ДУ
- 4.5 Средства обеспечения теплового режима
 - 4.5.1 Назначение
 - 4.5.2 Состав СОТР
 - 4.5.3 Методика расчета
 - 4.5.4 Результаты теплового расчета
- 4.6 Бортовая кабельная сеть

- 5 Целевая аппаратура
 - 5.1 Обоснование выбора целевой аппаратуры
 - 5.2 Состав полезной нагрузки и ее характеристики
 - 5.2.1 Комплекс дистанционного зондирования
 - 5.3 Обеспечение сброса целевой информации с КА
 - 5.3.1 Назначение
 - 5.3.2 Анализ и обоснование выбора комплекса сброса ЦИ
 - 5.3.3 Состав комплекса сброса ЦИ
 - 5.3 Описание работы полезной нагрузки совместно с программой полета

- 6 Конструкция КА, прочность

6.1 Конструкция корпуса КА

6.2 Панели солнечных батарей

6.3 Конструкция ДУ

6.4 Предварительная оценка прочности конструкции

7 Компоновка КА в составе КГЧ и система отделения для вероятных средств выведения

8 Наземный сегмент

8.1 Наземный комплекс управления. Организация управления пол том.

8.2 Средства приема ЦИ.

8.3 Обработка и распространение ЦИ, в т.ч. продвижение проекта.

9 Экономическое обоснование проекта

9.1 Предварительный расчет затрат на реализацию проекта (Структура цены проекта)

9.1.1 Исходные данные для проведения расчётов

9.1.2 Оценка затрат на ОКР, в т.ч. на разработку и изготовление ОО

9.1.3 Оценка затрат на запуск и вывод на разгонную орбиту

9.1.4 Оценка затрат на опытную эксплуатацию КА

9.2 Вывод об экономической целесообразности проекта и возможных источниках привлечения финансирования по этапам

9.3 Оценка возможности коммерциализации проекта.

Заключение

Приложения

1. Схема деления КК.

2. План-график разработки КК.

3. Габаритный чертёж КА.

4. Предварительная схема бортовой кабельной сети.

СОГЛАСОВАНО

От заказчика (разработчика ТТЗ)

«__» _____ 201_г.

СОГЛАСОВАНО

От исполнителя

«__» _____ 201_г.

СОГЛАСОВАНО

ПЗ

«__» _____ 201_г.

СОГЛАСОВАНО

Другие организации согласующие ТТЗ

«__» _____ 201_г.