Приложение 2. «Технические конкурсные задания, требования и рекомендации лиг Чемпионата».

Данное Приложение описывает обязательные Технические задания (далее – ТЗ) для всех лиг Чемпионата ВИШ, каждое из которых уточнено обязательными требованиями и дополнено рекомендациями, сформированными исходя из опыта проведения предыдущих Чемпионатов ВИШ.

- **Основная миссия** – минимальное комплексное задание, выполнение которого составляет необходимую базу для участия команды в Чемпионате.
- **Дополнительная миссия** – задание (исследование, научный/инженерный эксперимент) или качественное усложнение реализации основной миссии, которым команда обязана дополнить свой проект.

  *Примечание 1: Команда может заявить как одну **доп. миссию**, так и несколько, но не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

  *Примечание 2: Экспертная комиссия оценивает все **доп. миссии** в совокупности.*

Юниорская лига

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

1.1. Механическая часть (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного химического реактивного двигателя с суммарным импульсом не более 50 Н*с.

- *минимальная высота полёта – 150 м*
- *рекомендуемая расчётная высота полёта – 200 м*

1.1.2. Изделие должно иметь систему спасения в виде плоского круглого парашюта.

- *скорость снижения – 5-10 м/с*
- *высота полного раскрытия системы спасения – не ниже 100 м.*

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- температуры, в 0,1 °C;
- давления, в Па;
- времени от момента включения изделия, в мс;
- высоты полёта относительно старта, в см;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям, в mg.

Примечание: Выбранные единицы измерения позволяют минимизировать вычисления с плавающей запятой.

1.2.2. Фиксация этапов полёта:

- факт старта ракеты-носителя;
- факт достижения апогея;
- факт выдачи команды на срабатывание системы спасения;
- факт приземления изделия.

1.2.3. Передача полученных данных по радиоканалу на приёмную станцию Организаторов.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну любую **доп. миссию** по своему усмотрению.*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

*Примеры возможных **доп. миссий**:*

- Разработка и реализация парашютной системы спасения отличной от плоского круглого парашюта;
- Отсроченное раскрытие Системы спасения;
  (не выше 120 м, не ниже 100 м)
- Считывание дополнительных параметров с проведением анализа полученных данных, например:
  - значений угловой скорости относительно трёх осей, в мрад/с;
  - значений проекций магнитного поля на три оси, в мкТл;
- Обеспечение записи данных в энергонезависимую память;
- Обеспечение двухсторонней радиосвязи между приёмной станцией команды и аппаратом;
- Собственная система индикации состояний изделия;
- Обеспечение более простого нахождения изделия после приземления;
- Собственная приёмная станция;
- Обработка получаемой телеметрии с изделия в реальном времени;

3. Обязательные **требования** к реализации изделия **ЮЛ**.

3.1. Общие требования

3.1.1. Изделие должно быть предназначено для осуществления не менее двух пусков.

3.1.2. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часа;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

  Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.3. Не допускается создание многоступенчатых ракет.

3.2. Требования к **Механической части** изделия.

3.2.1. Корпус изделия должен быть собран с использованием компонентов конструктора «Курск», поставляемого Организаторами.

Примечание 1: Допускается замена механических компонентов (корпус, обтекатель, стабилизаторы, узлы креплений, материал парашюта и т.д.) и использование дополнительных, не входящих в состав конструктора.

Примечание 2: В случае использования собственного корпуса, диаметр поперечного сечения изделия не должен превышать 51 мм.

3.2.2. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды.

3.2.3. Конструкция изделия не должна содержать металлические материалы (за исключением элементов узлов креплений).

3.2.4. Конструкция изделия не должна содержать компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию).

3.3.1. Бортовая электроника должна быть собрана из компонентов конструктора «Курск», поставляемого Организаторами.

3.3.2. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор).

3.4. Требования к **радиопередаче**.

3.4.1. Передача данных по радиоканалу на Приёмную станцию Организаторов должна осуществляться с использованием штатных микроконтроллера и радиомодуля из состава конструктора «Курск», поставляемого Организаторами.

3.4.2. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.4. Канал радиопередачи выдаётся Организаторами после успешного выступления на Конференции из диапазона 17 - 26 (430.92 - 439.92 МГц).

3.4.5. Использование других радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.6. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 5 раз в секунду.

3.4.7. Передаваемые по радиоканалу данные должны соответствовать следующему формату:

`TeamID; Time; Altitude; Ax; Ay; Az; P; T; Start flag; Apogee flag; Recovery flag; Landing flag; UserData \n`
где:

`TeamID` – *индивидуальный код команды (2 символа в кодировке ASCII), который выдается Организаторами после успешного выступления на Конференции;*

`Time` – *время с момента включения бортового оборудования, в мс;*

`Altitude` – *высота, относительно уровня старта, в см;*

`Ax` – *Ускорение по оси X, в mg;*

`Ay` – *Ускорение по оси Y, в mg;*

`Az` – *Ускорение по оси Z, в mg;*

`P` – абсолютное атмосферное давление, в Па*;*

`T` – *температура*, в десятых °C *;*

`Start flag` – *флаг должен быть «1» после того, как был зафиксирован старт ракеты-носителя, и «0» в противном случае;*

`Apogee flag` – *флаг должен быть «1» после того, как было зафиксировано достижение апогея, и «0» в противном случае;*

`Recovery flag` – *флаг должен быть «1» после того, как была выдана команда на срабатывание системы спасения, и «0» в противном случае;*

`Landing flag` – *флаг должен быть «1» после того, как было зафиксировано приземление аппарата, и «0» в противном случае;*

`UserData` – *дополнительные данные на усмотрение команды, данные аналогично разделяются символом «**;**»;*

НАПРИМЕР:

`Gx` – *Угловая скорость относительно оси X, в мрад/с;*

`Gy` – *Угловая скорость относительно оси Y, в мрад/с;*

`Gz` – *Угловая скорость относительно оси Z, в мрад/с;*

`Mx` – *Проекция индукции магнитного поля на ось X, в мкТл;*

`My` – *Проекция индукции магнитного поля на ось Y, в мкТл;*

`Mz` – *Проекция индукции магнитного поля на ось Z, в мкТл;*

`\n` – *символ конца строки (символ подачи строки LF).*

Примечание: «м» означает приставку «милли». Например, 1 рад/с = 1000 мрад/с.

Пример:
A1;678903;100;1000;400;200;99853;238;1;0;0;0;999;888;777;555;444;333

- Код команды AA11,
- с момента включения прошло 678903 миллисекунд,
- высота 100 сантиметров,
- ускорение по оси X равен 1000 милли g (то есть 1 g),
- ускорение по оси Y равен 400 милли g,
- ускорение по оси Z равен 200 милли g,
- абсолютное атмосферное давление 99853 Паскалей,
- температура 238 (то есть 23,8 °C),
- флаг старта ракеты «1»,
- флаг достижения апогея «0»,
- флаг срабатывания системы спасения «0»,
- флаг приземления ракеты «0»,
- угловая скорость по оси X равен 999 миллирадиан в секунду (**UserData**),
- угловая скорость по оси Y равен 888 миллирадиан в секунду (**UserData**),
- угловая скорость по оси Z равен 777 миллирадиан в секунду (**UserData**),
- проекция индукции магнитного поля на ось X равна 555 микротесла (**UserData**),
- проекция индукции магнитного поля на ось Y равна 444 микротесла (**UserData**),
- проекция индукции магнитного поля на ось Z равна 333 микротесла (**UserData**).

Примечание: Данные, записываемые на энергонезависимую память, рекомендуется формировать аналогично передаваемым по радиоканалу.

Регулярная лига (Направление **«Аппараты»**, ступень **А1**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

1.1. Механическая часть (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Масса изделия с учетом системы спасения не должна превышать 350 г.

1.1.2. Изделие должно иметь точные габариты в одном из следующих вариантов:

- Формат CanSat
  в виде цилиндра с диаметром 66±0,5 мм и длиной 220 мм с учетом системы спасения (объём ~684 см³);
- Формат PocketQube-4p
  в виде прямоугольного параллелепипеда с направляющими 50x50±0,5мм, ширина направляющей не менее 5 мм, выступы вне направляющих не более 5 мм, и длиной направляющей до 200 мм (ф), и длиной 220 мм с учетом системы спасения (объём ~500 см³).

1.1.3. Расчётная высота полёта 500-1000 м.

1.1.4. Изделие должно иметь парашютную или иную систему спасения *(скорость снижения 5-10 м/с).*

Примечание: В случае нестандартных систем спасения вопрос о допуске решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- температуры;
- давления;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям;
- значений угловой скорости по трём осям.

1.2.2. Передача полученных данных по радиоканалу на приёмную станцию Организаторов.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну **доп. миссию** по одной из тем из списка (каждая тема подкреплена примерами возможных решений).*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

2.1. *«Системы поиска изделия»*

- *дополнительный радиоканал поиска;*
- *GPS / GPRS / APRS;*
- *оптические указатели;*
- *командное поисковое оборудование;*
- *радиопеленгация (охота на лис);*
- *акустические излучатели;*
- *генерация холодного дыма (пиротехника не допускается);*
- **иное**

2.2. *«Механизация»*

- *разделение на 2 спутника в полёте (указать цель такого действия);*
- *«мягкое» приземление (пиротехника не допускается);*
- *применение деформируемых при ударе элементов конструкции;*
- *конструктивные меры по защите аккумулятора, бортового самописца (прочностной расчёт, моделирование поведения при ударе, результатами натурных испытаний);*
- *раскрывающиеся механические части*
- **иное**

2.3. *«Улучшенные или альтернативные системы связи».*

- *Своя приёмная станция*
  - *с сохранением принятой телеметрической информации в энергонезависимой памяти;*
  - *визуализация параметров полёта в реальном времени;*
  - **иные варианты**
- *Передача информации оптическим способом*
  - *Передача воздух-земля*
  - *Передача земля-воздух*
  - *Двухсторонняя передача*
  - **иные варианты**
- *Ретрансляторы для наземной инфраструктуры;*
- **иное**

2.4. *<u>«Сложные Системы спасения»</u>*

- *отсроченное раскрытие на высоте 100-150 м;*
- *дополнительная система спасения;*
- *система спасения не парашютного типа (обязательно наличие страховочного парашюта);*
- *управляемый спуск;*
- **иное**

2.5. *<u>«Измерение дополнительных параметров»</u>*
(измерение параметров полёта, электроники или окружающей среды средствами, не входящими в состав штатного оборудования конструкторов)

- *солнечный спектр;*
- *ионизирующее излучение;*
- *приборная скорость;*
- **иное**

2.6. *<u>*Свободная тема*</u>*
Команда имеет право выбрать свою тему, но обязана обосновать/подкрепить своё решение. Критериями обоснования могут являться:

- *возможность проверки достоверности полученных в результате запуска изделия результатов;*
- *работа участников команды над тематикой, связанной с заявленной доп. миссией, в рамках проводимых научных исследований, проектно-конструкторских проектов, конкурсов и т.д.;*
- *апробация участниками команды основных положений заявленной доп. миссии на научно-практических конференциях, наличие научных публикаций по теме;*
- *продолжение работы команды над своими проектами, представленными на Чемпионатах ВИШ предыдущих лет.*

*<u>Примечание:</u> Команды **РЛ** заявляют выбранную ими тему **доп.миссии** на этапе **Дистанционного тестирования** (см. п. 5 Положения «Порядок проведения Чемпионата»), в случае выбора <u>свободной темы</u> команда обязана дополнительно предоставить Экспертной комиссии краткую аннотацию, обосновывающую выбор команды.*

3. Обязательные **требования** к реализации изделия **РЛ**.

3.1. Общие требования

3.1.1. Аппарат должен быть предназначен для осуществления как минимум одного пуска.

3.1.2. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часов;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.2. Требования к **Механической части** изделия

3.2.1. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды.

3.2.2. Конструкция изделия не должна содержать компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Бортовое оборудование должно быть собрано из компонентов конструктора MiniSat для РЛ, поставляемого Организаторами.

Примечание: Допускается использование дополнительных компонентов, не входящих в состав конструкторов.

3.3.2. Сбор данных обязательных исследовательских задач должна осуществляться с использованием штатного микроконтроллера и датчиков из состава конструктора, поставляемого Организаторами.

3.3.3. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор).

3.4. Требования к **радиопередаче**

3.4.1. Передача данных по радиоканалу на Приёмную станцию Организаторов должна осуществляться с использованием штатных микроконтроллера и радиомодуля из состава конструктора MiniSat для РЛ, поставляемого Организаторами.

3.4.2. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Длина пакета радиомодуля и скорость передачи основного радиопередатчика из состава конструктора должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.4. Канал радиопередачи выдаётся Организаторами после успешного выступления на Конференции из диапазона 20 - 29 (430.125 - 439.125 МГц).

3.4.5. Использование других радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.6. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 2 раза в секунду.

3.4.7. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.

3.4.8. Передаваемые по радиоканалу данные должны соответствовать следующему стандарту пакета:

Байт	Назначение	Пример	Комментарий
0-1	Метка начала пакета	**0xAAAA**	Фиксирована для всех команд, использовать только 0xAAAA.
2-3	Team ID, MSBF	**0xBBBB**	Выдается Организаторами после успешного выступления на Конференции;
4-7	Время, LSBF	**10**	Единицы измерения выбираются командой самостоятельно.
8-9	Температура, LSBF	**25**	Единицы измерения выбираются командой самостоятельно.
10-13	Давление, LSBF	**101000**	Единицы измерения выбираются командой самостоятельно. Рекомендуется использовать Па
14-19	Ускорение (X, Y, Z, по 2 байта на ось, LSBF)	**0x0000 0x0000 0x3FFF**	Единицы измерения выбираются командой самостоятельно.
20-25	Угловая скорость (X,Y,Z, 2 байта на ось, LSBF)	**0x0000 0x0000 0x0000**	Единицы измерения выбираются командой самостоятельно.
26	Контрольная сумма обязательной части	**0xF6**	Побитовое исключающее ИЛИ всех предыдущих байтов
27+	Пользовательские данные	**…**	Любые данные команды или пустые данные для выравнивания размера пакета до ближайшего стандартного.

Примечание: LSBF (Least significant byte first) – порядок следования, где младший байт передается первым, MSBF – наоборот.

4. Рекомендации по реализации изделия **РЛ**.

4.1. Общие рекомендации.

4.1.1. Наличие изделия-дублёра.

4.1.2. Расчёт изделия при проектировании на продольные перегрузки до 12 g.

4.1.3. Защита аккумулятора от ударов при падении.

4.1.4. Использование необходимой мощности передачи для обеспечения уверенного приема.

4.1.5. Использование стандарта пакета данных для радиоканала и для данных, записываемых на энергонезависимую память.

Высшая лига (Направление **«Аппараты»**, ступень **А2**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

1.1. Механическая часть (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Масса изделия с учетом системы спасения не должна превышать 1500 г.

1.1.2. Изделие с учетом системы спасения должно иметь точные габариты в виде цилиндра с диаметром 84 мм и длиной 220 мм.

1.1.3. Расчётная высота полёта в пределах 1000-1500 м.

1.1.4. Изделие должно иметь парашютную или иную систему спасения *(скорость снижения 5-10 м/с).*

Примечание: В случае нестандартных систем спасения вопрос о допуске решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- температуры;
- давления;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям;
- значений угловой скорости по трём осям;

1.2.2. Бесконтактная фиксация момента отделения изделия от ракеты-носителя.

1.2.3. Передача полученных данных по радиоканалу на собственную приёмную станцию.

1.2.4. Запись данных на внутреннюю энергонезависимую память.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну любую **доп. миссию** по своему усмотрению.*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

Примеры возможных **доп. миссий**

- Отложенное срабатывание системы спасения: *система спасения должна срабатывать после прохождения определенного порога высоты (не рекомендуется срабатывание ниже порога 75 м).*

- Разработка и реализация системы спасения, обеспечивающей возвращение изделия в район точки старта;
- Дублирование радиоканала: *установка дополнительного радиомодуля, работающего на частоте отличающейся от частоты основного радиомодуля и приём телеметрии на собственную приёмную станцию.*
- Обеспечение двухсторонней радиосвязи между приёмной станцией команды и аппаратом.
- Анализ телеметрии аппарата на приёмном пункте в режиме реального времени во время полёта.
- Построение ориентации аппарата по показаниям MEMS датчиков в режиме реального времени во время полёта.
- Использование оригинальных датчиков физических величин для измерения параметров полёта и свойств атмосферы.

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Аппарат должен быть предназначен для осуществления двух пусков.

3.1.2. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часов;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.2. Требования к **Механической части** изделия

3.2.1. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды.

3.2.2. Конструкция изделия не должна содержать компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор).

3.4. Требования к **радиопередаче**

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, длина пакета радиомодуля и скорость передачи основного радиопередатчика из состава конструктора должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Использование радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.4. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 1 раза в секунду.

3.4.5. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.

4. Рекомендации по реализации изделия

4.1. Общие рекомендации

4.1.1. Наличие изделия-дублёра.

4.1.2. Расчёт изделия при проектировании на продольные перегрузки до 20 g.

4.1.3. Защита аккумулятора от ударов при падении.

4.1.4. Использование необходимой мощности передачи для обеспечения уверенного приема.

4.1.5. Использование единого стандарта пакета данных для радиоканала и для данных, записываемых на энергонезависимую память.

4.1.6. Изделие может быть собрано с использованием компонентов конструктора для РЛ, поставляемых Организаторами.

Лига «Младший ГИРД» (Направление **«Носители»**, ступень **Н1**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

*Разработка и создание ракеты-носителя для выведения на высоту не менее 200 м массогабаритного макета (далее – МГМ) аппарата **Регулярной Лиги** с собственной системой спасения (цилиндр массой 350 г, диаметром 66 мм и высотой 220 мм с учётом места для укладки парашюта).*

1.1. Механическая часть (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного заводского химического реактивного двигателя с суммарным импульсом не более 100 Н*с.
- *минимальная высота полёта – 200 м*
- *рекомендуемая расчётная высота полёта – 250 м*

1.1.2. Изделие должно иметь парашютную или иную систему спасения. *(скорость снижения 5-10 м/с как минимум в последние 10 секунд снижения перед приземлением).*

Примечание: В случае нестандартных систем спасения вопрос о допуске решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- высоты полёта относительно точки старта;
- значения скоростей полёта (кажущихся скоростей) по трём осям;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям.

1.2.2. Фиксация этапов полёта:

- факт старта ракеты-носителя;
- факт достижения апогея;
- факт выдачи команды на срабатывание системы спасения;
- факт приземления изделия.

1.2.3. Обработка телеметрии одним из способов:

- передача полученных данных по радиоканалу на собственную приёмную станцию;
- запись данных в энергонезависимую память.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну любую **доп. миссию** по своему усмотрению. **Доп. миссией** может считаться и значительная модернизация или особая реализация части **основной миссии**.*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

Примеры возможных **доп. миссий**:

- Реализация обоих решений обработки телеметрии (*пункт 1.2.3*) одновременно.
- Измерение горизонтального удаления от точки старта.
- Разработка и реализация энергонезависимой системы поиска изделия после приземления для поиска в условиях отсутствия прямой видимости (высокая трава, заросли кустарника, лес), например:
  - GPS трекер;
  - пеленгатор.
- Отложенное срабатывание системы спасения: *система спасения должна срабатывать после прохождения определенного порога высоты (не рекомендуется срабатывание ниже порога 120 м и скорость снижения выше 20 м/с до достижения порога)*.
- Разработка и реализация системы спасения, обеспечивающей возвращение изделия в район точки старта.
- Считывание дополнительных параметров с проведением анализа полученных данных, например:
  - значений угловой скорости относительно трёх осей;
  - значений проекций магнитного поля на три оси.
- Обеспечение двухсторонней радиосвязи между приёмной станцией команды и ракетой.

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Изделие должно быть предназначено для осуществления не менее двух пусков.

3.1.2. Помимо ракеты-носителя, команда обязана изготовить как минимум один собственный МГМ.

Примечание 1: Система спасения МГМ также должна быть рассчитана на скорость снижения 5-10 м/с.

Примечание 2: МГМ, изготовленные командой, проверяются отдельно в рамках Предстартовой проверки на Финале Чемпионата (подробнее в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата»).

3.1.3. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часов;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

  Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.4. В случае разработки собственной **пусковой установки** (ПУ):

- штатное время развёртывания должно быть не более 1 часа;
- конструкция ПУ должна обеспечивать безопасность стартовой команды. Например:
  - стартовая установка должна быть устойчивой к воздействию бокового ветра со скоростью 5-10 м/с,
  - крепления ПУ должны исключать возможность опрокидывания.

3.2. Требования к **Механической части** изделия.

3.2.1. Конструкция изделия должна обеспечивать **безопасность** стартовой команды:

- В случае использования таких систем (решений) как:
  - вышибной заряд в системе спасения, который инициируется бортовым оборудованием,
  - система поджига двигателя в механизме запуска ступени (в многоступенчатой ракете-носителе),

  необходимо обеспечить физическую (не при помощи программных алгоритмов) невозможность срабатывания таких систем до установки изделия на стартовый стол путём установки физического кольцевого переключателя цепи питания запала, чеки или иного подобного решения.

  Примечание 1: Рекомендуется предусмотреть индикацию выдачи команды на активацию такой системы или общего состояния изделия.

  Примечание 2: Команда должна продемонстрировать работу этих систем во время Заочной отборочной сессии и Предстартовой проверки при помощи безопасных макетов воспламенителей на основе светодиодов. Подробная процедура указана в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата».

- В случае создания различных систем управления полётом работа таких систем допускается только на пассивном участке траектории (т.е. при неработающем двигателе).

3.2.2. Конструкция изделия не должна содержать:

- массивных металлических элементов внешнего контура (корпус, головной обтекатель, элементы оперения и т.д.), не обусловленных необходимостью обеспечения прочности конструкции или выполнения функциональных задач изделия.
- компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.2.3. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность установки **бортового самописца** (**БС**) Организаторов с габаритами 84x30x18 мм (учитывать допуск размеров ±1 мм), массой 30 г. Отсек для **БС** должен иметь запас по габаритам и метод уплотнения зазоров, чтобы неподвижно зафиксировать сам **БС**.

- Конструкция изделия должна обеспечивать неподвижность **БС** на протяжении всего полёта.
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от разрушения в случае нештатной ситуации.

  *Примечание: Запрещается располагать **БС** в головном обтекателе (ГО) изделия, **БС** должен располагаться на расстоянии не менее 5 калибров от ГО, например: при диаметре 80 мм, расстояние от носовой части ГО до отсека с **БС** должно быть не менее 400 мм.*
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от воздействия продуктов сгорания ракетного топлива или вышибных зарядов.
- Конструкция изделия должна обеспечивать вентиляцию отсека для **БС**, с целью выравнивания давления.

  *Примечание: В стенках отсека для **БС** по всей окружности корпуса ракеты на равном расстоянии друг от друга располагают вент-отверстия диаметром не менее 1,5 мм в количестве не менее 8 шт.*

3.2.4. Конструкция ракеты-носителя должна обеспечивать возможность запуска с одной из пусковых установок Организаторов.

Примечание 1: Подробное описание и габариты пусковых установок Организаторов публикуются на сайте Чемпионата.

Примечание 2: В случае разработки командой собственной пусковой установки данное требование не предъявляется.

3.2.5. В случае разработки двухступенчатых ракет-носителей двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного заводского химического двигателя до 100 Н*с включительно, а суммарный импульс всех двигателей изделия не должен превышать 200 Н*с.

3.2.6. Не допускается изготовление командой собственных ракетных двигателей.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор и т.д.).

3.3.2. Скорость измерения и записи данных в энергонезависимую память должна быть не менее 20 измерений в секунду для инерциальных данных. Для прочих данных допускается меньшая скорость при наличии ограничений датчиков.

3.4. Требования к **радиопередаче** (при наличии)

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Использование радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.4. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 10 раз в секунду.

3.4.5. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.

3.4.6. Передаваемые по радиоканалу и записываемые на энергонезависимую память данные необходимо формировать по следующему формату:

TeamID; Time; Altitude; Ax; Ay; Az; Start flag; **other flags**; **Landing flag;** **UserData** **\n**
где:

TeamID – *индивидуальный код команды (2 символа в кодировке ASCII), который выдается Организаторами после успешного выступления на Конференции;*

Time – *время с момента включения бортового оборудования;*

Altitude – *высота, относительно уровня старта;*

Ax – *Ускорение по оси X, в mg;*

Ay – *Ускорение по оси Y, в mg;*

Az – *Ускорение по оси Z, в mg;*

Start flag – *флаг должен быть «1» после того, как был зафиксирован старт ракеты-носителя, и «0» в противном случае;*

Other flags – *иные флаги на усмотрение команды*

Landing flag – *флаг должен быть «1» после того, как было зафиксировано приземление аппарата, и «0» в противном случае;*

UserData – *дополнительные данные на усмотрение команды, данные аналогично разделяются символом «**;**»;*

НАПРИМЕР:

Gx – *Угловая скорость относительно оси X, в мрад/с;*
Gy – *Угловая скорость относительно оси Y, в мрад/с;*
Gz – *Угловая скорость относительно оси Z, в мрад/с;*
Mx – *Проекция индукции магнитного поля на ось X, в мкТл;*
My – *Проекция индукции магнитного поля на ось Y, в мкТл;*
Mz – *Проекция индукции магнитного поля на ось Z, в мкТл;*
\n – *символ конца строки (символ подачи строки LF).*

Примечание: «м» означает приставку «милли». Например, 1 рад/с = 1000 мрад/с.

Пример:
A1;678903;100;1000;400;200;1;...;0;999;888;777;555;444;333

- Код команды A1,
- с момента включения прошло 678903 миллисекунд,
- высота 100 сантиметров,
- ускорение по оси X равен 1000 милли g (то есть 1 g),
- ускорение по оси Y равен 400 милли g,
- ускорение по оси Z равен 200 милли g,
- флаг старта ракеты «1»,
- …
- флаг приземления ракеты «0»,
- угловая скорость по оси X равен 999 миллирадиан в секунду (*UserData*),
- угловая скорость по оси Y равен 888 миллирадиан в секунду (*UserData*),
- угловая скорость по оси Z равен 777 миллирадиан в секунду (*UserData*),
- проекция индукции магнитного поля на ось X равна 555 микротесла (*UserData*),
- проекция индукции магнитного поля на ось Y равна 444 микротесла (*UserData*),
- проекция индукции магнитного поля на ось Z равна 333 микротесла (*UserData*).

4. **Рекомендации** по реализации изделия

4.1. Общие рекомендации

4.1.1. Рекомендуется наличие изделия-дублёра.

4.1.2. Изделие может быть собрано с использованием компонентов конструктора «Курск-Электроника» для **МлГ** или конструктора «Курск» для **ЮЛ**, поставляемых Организаторами.

Примечание: Использование конструктора настоятельно рекомендуется командам, принимающим участие в Чемпионате впервые.

4.1.3. Рекомендуется изготовление транспортировочного бокса/контейнера для перевозки изделия.

Лига «Старший ГИРД» (Направление **«Носители»**, ступень **Н2**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

1.1. **Механическая часть** (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного химического реактивного двигателя с суммарным импульсом не более 300 Н*с.
(минимальная зачётная высота полёта – 400 м).

1.1.2. Изделие должно иметь парашютную или иную систему спасения.
(скорость снижения 5-10 м/с как минимум в последние 10 секунд снижения перед приземлением).

Примечание: В случае нестандартных систем спасения вопрос о допуске решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

1.2. **Электроника** (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- высоты полёта относительно точки старта;
- значения скоростей полёта (кажущихся скоростей) по трём осям;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям;
- горизонтального удаления от точки старта.

1.2.2. Фиксация этапов полёта:

- факт старта ракеты-носителя;
- факт достижения апогея;
- факт выдачи команды на срабатывание системы спасения;
- факт отделения массогабаритного макета;
- факт приземления ракеты-носителя;
- факт запуска двигателя очередной ступени (для многоступенчатых ракет).

1.2.3. Обработка телеметрии одним из способов:

- передача полученных данных по радиоканалу на собственную приёмную станцию;
- запись данных в энергонезависимую память.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну **доп. миссию** по одной из тем из списка (каждая тема подкреплена примерами возможных решений).*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

*2.1. «Ракета-носитель» – выведение полезной нагрузки (**ПН**) на высоту не менее 400 м. Варианты полезной нагрузки:*

- *формат **CanSat-РЛ** (цилиндр массой 350 г, диаметром 66 мм и высотой 220 мм с учётом места для укладки парашюта)*
  - *без модификаций (добавления внутренней электроники, раскрывающихся частей, изменения формы и т.д.)*
  - *с модификациями*
- **свой формат* (без ограничения габаритов, массы и наполнения)*

Примечание: приветствуются различные конструктивные решения в части отделения ПН от ракеты-носителя.

2.2. «Инженерные решения» – различные инженерно-технические решения в области аэродинамики, механики, электроники и т.д.

- Сложные системы спасения, например:
  - отложенное раскрытие (система спасения *должна срабатывать после прохождения определенного порога высоты)*

    Примечание: не рекомендуется срабатывание ниже порога 120 м и скорость снижения выше 20 м/с до достижения порога.
  - управляемый спуск (возвращение изделия в район точки старта);
  - дублирующие системы спасения (обеспечение мягкого приземления изделия в случае отказа основной системы спасения);
- Различные системы управления полётом
- Энергонезависимые системы поиска изделия после приземления в условиях отсутствия прямой видимости (высокая трава, заросли кустарника, лес), например GPS трекер, пеленгатор и т.д.
- *иное*

2.3. «Геофизическая (исследовательская) ракета» – постановка научной исследовательской задачи, с проведением соответствующих измерений и анализом полученных результатов.

*2.4. «Двигателестроение» – разработка и создание собственной двигательной установки с суммарным импульсом не более 300 Н*с.*

- *твердотопливные ракетные двигатели;*
- *жидкостные ракетные двигатели;*

Примечание 1: Данная тема не рекомендована командам, не обладающим соответствующим опытом и/или ресурсной базой для изготовления самодельных двигателей.

Примечание 2: Из соображений безопасности данная тема подразумевает дополнительные условия допуска (сообщаются командам дополнительно в индивидуальном порядке).

*2.5. *Свободная тема**

Команда имеет право выбрать свою тему, но обязана обосновать/подкрепить своё решение. Критериями обоснования могут являться:

- *возможность проверки достоверности полученных в результате запуска изделия результатов;*
- *работа участников команды над тематикой, связанной с заявленной доп. миссией, в рамках проводимых научных исследований, проектно-конструкторских проектов, конкурсов и т.д.;*
- *апробация участниками команды основных положений заявленной доп. миссии на научно-практических конференциях, наличие научных публикаций по теме;*
- *продолжение работы команды над своими проектами, представленными на Чемпионатах ВИШ предыдущих лет.*

*Примечание: Команды **СтГ** заявляют выбранную ими тему **доп.миссии** на этапе **Дистанционного тестирования** (см. п. 5 Положения «Порядок проведения Чемпионата»), в случае выбора свободной темы команда обязана дополнительно предоставить Экспертной комиссии краткую аннотацию, обосновывающую выбор команды.*

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Изделие должно быть предназначено для осуществления не менее двух пусков.

3.1.2. В случае выбора темы «Ракета-носитель», команда обязана изготовить как минимум один собственный МГМ.

Примечание 1: Система спасения МГМ также должна быть рассчитана на скорость снижения 5-10 м/с.

Примечание 2: МГМ, изготовленные командой, проверяются отдельно в рамках Предстартовой проверки на Финале Чемпионата (подробнее в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата»).

3.1.3. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часов;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.4. В случае разработки собственной **пусковой установки** (ПУ):

- штатное время развёртывания должно быть не более 1 часа;
- конструкция ПУ должна обеспечивать безопасность стартовой команды. Например:
  - стартовая установка должна быть устойчивой к воздействию бокового ветра со скоростью 5-10 м/с,
  - крепления ПУ должны исключать возможность опрокидывания.

Примечание: допускаются проекты ПУ формата «воздушный старт», вопрос о допуске таких проектов решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

3.2. Требования к **Механической части** изделия.

3.2.1. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды:

- В случае использования таких систем (решений) как:
  - вышибной заряд в системе спасения, который инициируется бортовым оборудованием,
  - система поджига двигателя в механизме запуска ступени (в многоступенчатой ракете-носителе),

  необходимо обеспечить физическую (не при помощи программных алгоритмов) невозможность срабатывания таких систем до установки изделия на стартовый стол путём установки физического кольцевого переключателя цепи питания запала, чеки или иного подобного решения.

  Примечание 1: Рекомендуется предусмотреть индикацию выдачи команды на активацию такой системы или общего состояния изделия.

  Примечание 2: Команда должна продемонстрировать работу этих систем во время Заочной отборочной сессии и Предстартовой проверки при помощи безопасных макетов воспламенителей на основе светодиодов. Подробная процедура указана в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата».

- В случае создания различных систем управления полётом работа таких систем допускается только на пассивном участке траектории (т.е. при неработающем двигателе).

3.2.2. Конструкция изделия не должна содержать:

- массивных металлических элементов внешнего контура (корпус, головной обтекатель, элементы оперения и т.д.), не обусловленных необходимостью обеспечения прочности конструкции или выполнения функциональных задач изделия.
- компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.2.3. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность установки **бортового самописца (БС)** Организаторов с габаритами 84x30x18 мм (учитывать допуск размеров ±1 мм), массой 30 г. Отсек для БС должен иметь запас по габаритам и метод уплотнения зазоров, чтобы неподвижно зафиксировать сам БС.

- Конструкция изделия должна обеспечивать неподвижность БС на протяжении всего полёта.
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от разрушения в случае нештатной ситуации.

  *Примечание: Запрещается располагать **БС** в головном обтекателе (ГО) изделия, **БС** должен располагаться на расстоянии не менее 5 калибров от ГО, например: при диаметре 80 мм, расстояние от носовой части ГО до отсека с **БС** должно быть не менее 400 мм.*
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от воздействия продуктов сгорания ракетного топлива или вышибных зарядов.
- Конструкция изделия должна обеспечивать вентиляцию отсека для **БС**, с целью выравнивания давления.

  *Примечание: В стенках отсека для **БС** по всей окружности корпуса ракеты на равном расстоянии друг от друга располагают вент-отверстия диаметром не менее 1,5 мм в количестве не менее 8 шт.*

3.2.4. Конструкция ракеты должна обеспечивать возможность запуска с одной из пусковых установок Организаторов.

Примечание 1: Подробное описание и габариты пусковых установок Организаторов публикуются на сайте Чемпионата.

Примечание 2: В случае разработки командой собственной пусковой установки данное требование не предъявляется.

3.2.5. В случае разработки многоступенчатых ракет-носителей двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного двигателя до 300 Н*с включительно, а суммарный импульс всех двигателей изделия не должен превышать 400 Н*с.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор и т.д.).

3.3.2. Скорость измерения и записи данных в энергонезависимую память должна быть не менее 20 измерений в секунду для инерциальных данных. Для прочих данных допускается меньшая скорость при наличии ограничений датчиков.

3.4. Требования к **радиопередаче** (при наличии)

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Использование радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.4. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 10 раз в секунду.

3.4.5. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.

3.4.6. Передаваемые по радиоканалу и записываемые на энергонезависимую память данные необходимо формировать по следующему формату:

TeamID; Time; Altitude; Ax; Ay; Az; Start flag; **other flags**; **Landing flag;** **UserData** **\n**
где:

TeamID – *индивидуальный код команды (2 символа в кодировке ASCII), который выдается Организаторами после успешного выступления на Конференции;*

Time – *время с момента включения бортового оборудования;*

Altitude – *высота, относительно уровня старта;*

Ax – *Ускорение по оси X, в mg;*

Ay – *Ускорение по оси Y, в mg;*

Az – *Ускорение по оси Z, в mg;*

Start flag – *флаг должен быть «1» после того, как был зафиксирован старт ракеты-носителя, и «0» в противном случае;*

Other flags

Landing flag – *флаг должен быть «1» после того, как было зафиксировано приземление аппарата, и «0» в противном случае;*

UserData – *дополнительные данные на усмотрение команды, данные аналогично разделяются символом «**;**»;*

НАПРИМЕР:

Gx – *Угловая скорость относительно оси X, в мрад/с;*
Gy – *Угловая скорость относительно оси Y, в мрад/с;*
Gz – *Угловая скорость относительно оси Z, в мрад/с;*
Mx – *Проекция индукции магнитного поля на ось X, в мкТл;*
My – *Проекция индукции магнитного поля на ось Y, в мкТл;*
Mz – *Проекция индукции магнитного поля на ось Z, в мкТл;*

\n – *символ конца строки (символ подачи строки LF).*

Примечание: «м» означает приставку «милли». Например, 1 рад/с = 1000 мрад/с.

Пример:
1A;678903;100;1000;400;200;1;...;0;999;888;777;555;444;333

- Код команды 1A,
- с момента включения прошло 678903 миллисекунд,
- высота 100 сантиметров,
- ускорение по оси X равен 1000 милли g (то есть 1 g),
- ускорение по оси Y равен 400 милли g,
- ускорение по оси Z равен 200 милли g,
- флаг старта ракеты «1»,
- …
- флаг приземления аппарата «0»,
- угловая скорость по оси X равен 999 миллирадиан в секунду,
- угловая скорость по оси Y равен 888 миллирадиан в секунду,
- угловая скорость по оси Z равен 777 миллирадиан в секунду,
- проекция индукции магнитного поля на ось X равна 555 микротесла,
- проекция индукции магнитного поля на ось Y равна 444 микротесла,
- проекция индукции магнитного поля на ось Z равна 333 микротесла.

4. **Рекомендации** по реализации изделия

4.1. Общие рекомендации

4.1.1. Рекомендуется наличие изделия-дублёра.

4.1.2. Изделие может быть собрано с использованием компонентов конструктора «Курск-Электроника» для **МлГ**, поставляемого Организаторами.

4.1.3. Рекомендуется изготовление транспортировочного бокса/контейнера для перевозки изделия.

Лига «Супер ГИРД» (Направление **«Носители»**, ступень **НЗ**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

1.1. **Механическая часть** (Конструкция и Система спасения)

1.1.1. Двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного заводского химического реактивного двигателя с суммарным импульсом не более 3000 Н*с
(минимальная зачётная высота полёта – 1000 м).

1.1.2. Изделие должно иметь парашютную или иную систему спасения.
(скорость снижения 5-10 м/с как минимум в последние 10 секунд снижения перед приземлением).

Примечание: В случае нестандартных систем спасения вопрос о допуске решается Организаторами в индивидуальном порядке в первую очередь из соображений безопасности.

1.2. **Электроника** (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- атмосферная температура;
- атмосферное давление;
- высоты полёта относительно точки старта;
- значения скоростей полёта (кажущихся скоростей) по трём осям;
- значений ускорений (кажущихся ускорений) по трём осям;
- горизонтального удаления от точки старта.

1.2.2. Фиксация этапов полёта:

- факт старта ракеты-носителя;
- факт достижения апогея;
- факт выдачи команды на срабатывание системы спасения;
- факт отделения массогабаритного макета;
- факт приземления ракеты-носителя;
- факт запуска двигателя очередной ступени (для многоступенчатых ракет).

1.2.3. Обработка телеметрии:

- передача полученных данных по радиоканалу на собственную приёмную станцию;
- запись данных в энергонезависимую память.

2. Обязательное Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну **доп. миссию** по одной из тем из списка (каждая тема подкреплена примерами возможных решений).*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

*2.1. «Ракета-носитель» – выведение полезной нагрузки (**ПН**) на высоту не менее 1000 м. Варианты полезной нагрузки:*

- *формат **CanSat-ВЛ** (цилиндр массой 1500 г, диаметром 84 мм и высотой 220 мм с учётом места для укладки парашюта)*
  - *без модификаций (добавления внутренней электроники, раскрывающихся частей, изменения формы и т.д.)*
  - *с модификациями*
- **свой формат* (без ограничения габаритов, массы и наполнения)*

Примечание: приветствуются различные конструктивные решения в части отделения ПН от ракеты-носителя.

2.2. «Инженерные решения» – различные инженерно-технические решения в области аэродинамики, механики, электроники и т.д.

- Сложные системы спасения, например:
  - отложенное раскрытие (система спасения *должна срабатывать после прохождения определенного порога высоты)*

    Примечание: не рекомендуется срабатывание ниже порога 120 м и скорость снижения выше 20 м/с до достижения порога.
  - управляемый спуск (возвращение изделия в район точки старта);
  - дублирующие системы спасения (обеспечение мягкого приземления изделия в случае отказа основной системы спасения);
- Различные системы управления полётом;
- Энергонезависимые системы поиска изделия после приземления в условиях отсутствия прямой видимости (высокая трава, заросли кустарника, лес), например GPS трекер, пеленгатор и т.д.
- *иное*

2.3. «Геофизическая (исследовательская) ракета» – постановка научной исследовательской задачи, с проведением соответствующих измерений и анализом полученных результатов.

*2.4. «Двигателестроение» – разработка и создание собственной двигательной установки с суммарным импульсом не более 300 Н*с.*

- *твердотопливные ракетные двигатели;*
- *жидкостные ракетные двигатели;*

Примечание 1: Данная тема не рекомендована командам, не обладающим соответствующим опытом и/или ресурсной базой для изготовления самодельных двигателей.

Примечание 2: Из соображений безопасности данная тема подразумевает дополнительные условия допуска (сообщаются командам дополнительно в индивидуальном порядке).

*2.5. *Свободная тема**

Команда имеет право выбрать свою тему, но обязана обосновать/подкрепить своё решение. Критериями обоснования могут являться:

- *возможность проверки достоверности полученных в результате запуска изделия результатов;*
- *работа участников команды над тематикой, связанной с заявленной доп. миссией, в рамках проводимых научных исследований, проектно-конструкторских проектов, конкурсов и т.д.;*
- *апробация участниками команды основных положений заявленной доп. миссии на научно-практических конференциях, наличие научных публикаций по теме;*
- *продолжение работы команды над своими проектами, представленными на Чемпионатах ВИШ предыдущих лет.*

*Примечание: Команды **СГ** заявляют выбранную ими тему **доп.миссии** на этапе **Дистанционного тестирования** (см. п. 5 Положения «Порядок проведения Чемпионата»), в случае выбора свободной темы команда обязана дополнительно предоставить Экспертной комиссии краткую аннотацию, обосновывающую выбор команды.*

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Изделие должно быть предназначено для осуществления не менее двух пусков.

3.1.2. В случае выбора темы «Ракета-носитель», команда обязана изготовить как минимум один собственный МГМ.

Примечание 1: Система спасения МГМ также должна быть рассчитана на скорость снижения 5-10 м/с.

Примечание 2: МГМ, изготовленные командой, проверяются отдельно в рамках Предстартовой проверки на Финале Чемпионата (подробнее в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата»).

3.1.3. Система питания должна:

- обеспечивать работу бортового оборудования не менее 3 часов;
- быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

  Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.4. В случае разработки собственной **пусковой установки** (ПУ):

- штатное время развёртывания должно быть не более 1 часа;
- конструкция ПУ должна обеспечивать безопасность стартовой команды. Например:
  - стартовая установка должна быть устойчивой к воздействию бокового ветра со скоростью 5-10 м/с,
  - крепления ПУ должны исключать возможность опрокидывания,
  - фиксаторы угла наклона направляющей должны надёжно фиксировать угол наклона.

3.2. Требования к **Механической части** изделия.

3.2.1. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды:

- В случае использования таких систем (решений) как:
  - вышибной заряд в системе спасения, который инициируется бортовым оборудованием,
  - система поджига двигателя в механизме запуска ступени (в многоступенчатой ракете),

  необходимо обеспечить физическую (не при помощи программных алгоритмов) невозможность срабатывания таких систем до установки изделия на стартовый стол путём установки физического кольцевого переключателя цепи питания запала, чеки или иного подобного решения.

  Примечание 1: Рекомендуется предусмотреть индикацию выдачи команды на активацию такой системы или общего состояния изделия.

  Примечание 2: Команда должна продемонстрировать работу этих систем во время Заочной отборочной сессии и Предстартовой проверки при помощи безопасных макетов воспламенителей на основе светодиодов. Подробная процедура указана в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата».

- В случае создания различных систем управления полётом работа таких систем допускается только на пассивном участке траектории (т.е. при неработающем двигателе).

3.2.2. Конструкция изделия не должна содержать:

- массивных металлических элементов внешнего контура (корпус, головной обтекатель, элементы оперения и т.д.), не обусловленных необходимостью обеспечения прочности конструкции или выполнения функциональных задач изделия.
- компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.2.3. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность установки **бортового самописца** (**БС**) Организаторов с габаритами 84x30x18 мм (учитывать допуск размеров ±1 мм), массой 30 г. Отсек для БС должен иметь запас по габаритам и метод уплотнения зазоров, чтобы неподвижно зафиксировать сам **БС**.

- Конструкция изделия должна обеспечивать неподвижность **БС** на протяжении всего полёта.
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от разрушения в случае нештатной ситуации.

  *Примечание: Запрещается располагать **БС** в головном обтекателе (ГО) изделия, **БС** должен располагаться на расстоянии не менее 5 калибров от ГО, например: при диаметре 80 мм, расстояние от носовой части ГО до отсека с **БС** должно быть не менее 400 мм.*
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от воздействия продуктов сгорания ракетного топлива или вышибных зарядов.
- Конструкция изделия должна обеспечивать вентиляцию отсека для **БС**, с целью выравнивания давления.

  *Примечание: В стенках отсека для **БС** по всей окружности корпуса ракеты на равном расстоянии друг от друга располагают вент-отверстия диаметром не менее 1,5 мм в количестве не менее 8 шт.*

3.2.4. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность запуска с одной из пусковых установок Организаторов.

Примечание 1: Подробное описание и габариты пусковых установок Организаторов публикуются на сайте Чемпионата.

Примечание 2: В случае разработки командой собственной пусковой установки данное требование не предъявляется.

3.2.5. В случае разработки многоступенчатых ракет-носителей Двигательная установка должна быть рассчитана на использование соответствующего стандартного двигателя до 2000 Н*с включительно, а суммарный импульс всех двигателей изделия не должен превышать 3000 Н*с.

3.2.6. Не допускается изготовление командой собственного ракетного двигателя.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Бортовое оборудование должно иметь возможность включения/выключения при помощи переключателя (пример: чека, тумблер, клавишные переключатели, коммутирующие силовой транзистор и т.д.).

3.3.2. Скорость измерения и записи данных в энергонезависимую память должна быть не менее 20 измерений в секунду для инерциальных данных. Для прочих данных допускается меньшая скорость при наличии ограничений датчиков.

3.4. Требования к **радиопередаче** (при наличии)

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Использование радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.4. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 10 раз в секунду.

3.4.5. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.

Лига «БАС-Снайперы» (Направление **«БАС»**)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

Разработка БПЛА, способного выполнить Полётное задание: из зоны старта подняться на заданную высоту следования, пройти заданное расстояние до зоны сброса, произвести сброс цилиндрического массогабаритного макета (МГМ) без собственной системы спасения в заранее обозначенную мишень, вернуться обратно на заданной высоте следования в зону старта.

Примечание: Координаты мишени выдаются команде за 30 минут до старта.

Этапы Полётного задания:

1) *Подготовка аппарата к вылету в «зоне старта», заранее обозначенной Организаторами;*
2) *Старт полёта аппарата;*
3) *Следование (полёт) аппарата в «зону сброса» через «зону следования» на высоте не менее 150 метров;*
4) *Достижение «зоны сброса»;*
5) *Сброс МГМ в мишень с высоты не ниже 20 м;*
6) *Возвращение аппарата из «зоны сброса» в «зону старта» через «зону следования» за кратчайшее время на высоте не менее 20 метров.*

Параметры сбрасываемого МГМ	*⌀66x170 мм, 350 грамм*
Расстояние от «зоны старта» до «зоны сброса»	*в пределах 500 м*
Размер мишени	*2x2 м*

1.1. Механическая часть (Конструкция)

1.1.1. Масса изделия не ограничена.

1.1.2. Двигательная установка может быть любой, отличной от установок ракетных пиротехнических двигателей.

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:

- высоты полёта относительно старта;
- напряжение бортовой батареи;

1.2.2. Фиксация этапов полёта:

- факт старта аппарата;
- факт достижения высоты 150 м;
- факт отделения МГМ от аппарата;
- факт приземления аппарата.

1.2.3. Алгоритм Экстренной ситуации (посадка аппарата в точке нахождения в автоматическом режиме с вертикальной скоростью не более 10 м/с) в случаях:
   - потеря радио и/или видеосвязи с аппаратом по каналу управления;
   - фиксации бортовой электроникой иных критических неполадок.

2. Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну **доп. миссию** из списка по своему усмотрению.*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

Перечень возможных **доп. миссий** XVI сезона:

- Автоматическое выполнение основной миссии (Полётного задания) без прямого участия пилота.
- Разработка ретранслятора видеосигнала (допускается изменение радиочастоты передачи данных после усиления сигнала).
- Считывание и запись в энергонезависимую память дополнительных параметров полёта с последующим анализом полученных данных.
- Разработка и использование методов машинного зрения:
  - для распознавания мишени сброса и более точного позиционирования над ней;
  - для распознавания дополнительных образов (размерами в пределах 2х2 м), заранее установленных организаторами.

  Примечание: Описание распознаваемых образов передаётся командам в виде заготовленных изображений в индивидуальном порядке.
- Разработка и использование автоматической системы управления направленными антеннами.
- Разработка и использование системы передачи телеметрии в реальном времени на наземную станцию или ПК

  Примечание: видеопоток с OSD не допускается в качестве источника телеметрии.

- Разработка и использование системы высокоточной навигации GNSS RTK.
- Разработка и использование энергонезависимой системы поиска изделия в условиях отсутствия прямой видимости (радиомаяк, пеленгатор и т.д.).

  Примечание: Полностью готовые устройства запрещены.
- Разработка и реализация системы активной доставки МГМ (альтернатива базовому вертикальному сбросу):
  - метательные механизмы:
    - упругие (эластомерные),
    - пружинные,
    - гравитационные (противовесные),
    - торсионные
    - пневматические (газовые)
  - реактивная тяга (использование стандартного химического заводского двигателя суммарным импульсом не более 50 Н*с)
- **Своя доп.миссия**
  Команда имеет право выбрать свою доп.миссию, но обязана обосновать/подкрепить своё решение. Критериями обоснования могут являться:
  - *возможность проверки достоверности полученных в результате запуска изделия результатов;*
  - *работа участников команды над тематикой, связанной с заявленной доп. миссией, в рамках проводимых научных исследований, проектно-конструкторских проектов, конкурсов и т.д.;*
  - *апробация участниками команды основных положений заявленной доп. миссии на научно-практических конференциях, наличие научных публикаций по теме;*
  - *продолжение работы команды над своими проектами, представленными на Чемпионатах ВИШ предыдущих лет.*

*Примечание: Команды **БАС-С** заявляют выбранную ими **доп.миссию** на этапе **Дистанционного тестирования** (см. п. 5 Положения «Порядок проведения Чемпионата»), в случае выбора свободной темы команда обязана дополнительно предоставить Экспертной комиссии краткую аннотацию, обосновывающую выбор команды.*

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Конструкция изделия должна предполагать возможность как минимум двух пусков без повреждений.

3.1.2. Команда обязана дополнительно изготовить:

- как минимум один собственный МГМ;

  Примечание: МГМ, изготовленные командой, проверяются отдельно в рамках Предстартовой проверки на Финале Чемпионата (подробнее в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата»).

- транспортировочный бокс/контейнер для перевозки изделия.

3.1.3. Система питания должна быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.4. В случае разработки собственной **пусковой установки** (ПУ):

- штатное время развёртывания должно быть не более 2 часов;
- конструкция ПУ должна обеспечивать безопасность стартовой команды:
  - стартовая установка должна быть устойчивой к воздействию бокового ветра со скоростью 5-10 м/с,
  - крепления ПУ должны исключать возможность опрокидывания.

3.2. Требования к **Механической части** изделия

3.2.1. Во время полёта в составе БПЛА и в процессе отделения МГМ не должен испытывать перегрузки выше 12 g.

3.2.2. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды.

3.2.3. Конструкция изделия не должна содержать компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.2.4. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность установки **бортового самописца** (**БС**) Организаторов с габаритами 84x30x18 мм, массой 30 г:

- Конструкция изделия должна обеспечивать неподвижность **БС** на протяжении всего полёта;
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от разрушения в случае нештатной ситуации;
- Конструкция изделия должна обеспечивать вентиляцию отсека для **БС**, с целью выравнивания давления.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Приветствуется применение электроники собственного изготовления (полётные контроллеры, регуляторы оборотов, доп. системы).

3.4. Требования к **радиопередаче** (при наличии)

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Использование радиомодулей и аппаратуры радиосвязи допускается исключительно в пределах диапазонов частот, разрешенных законодательством РФ для гражданского либо радиолюбительского использования.

3.4.4. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 1 раза в секунду.

3.4.5. Во время выполнения Полётного задания мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт, во время предполётной подготовки изделия и проведения тестирований мощность радиопередачи должна быть минимальная.

Лига «БАС-Транспорт» (Направление «БАС»)

1. Обязательное Техническое задание (**Основная миссия**)

Разработка БПЛА, способного выполнить Полётное задание: из зоны старта подняться вместе с грузом на заданную высоту следования, пройти заданное расстояние в заранее обозначенную зону доставки, произвести безаварийную посадку вместе с грузом.

Примечание: Координаты зоны доставки выдаются команде за 30 минут до старта.

*Этапы **Полётного задания**:*

- *Подготовка аппарата к вылету в «зоне старта», заранее обозначенной Организаторами;*
- *Старт полёта с грузом;*
- *Следование (полёт) аппарата в «зону доставки» через «зону следования» на высоте не менее 50 метров;*
- *Достижение «зоны доставки»;*
- *Приземление с грузом в «зоне доставки».*

Длина маршрута от «зоны старта» до «зоны доставки»	*в пределах 1000 м*
Размер зоны доставки	*4x4 м*
Габариты груза	*куб 150x150x150 мм*
Масса доставляемого груза	*1000 г*

1.1. Механическая часть (Конструкция)

1.1.1. Масса изделия не ограничена.

1.1.2. Двигательная установка может быть любой, отличной от установок ракетных пиротехнических двигателей.

1.1.3. Не приветствуется использование покупных рам и несущих конструкций при проектировании и изготовлении изделия, не обусловленных необходимостью выполнения конкретных функциональных задач изделия.

1.2. Электроника (Бортовое оборудование)

1.2.1. Измерение параметров:
- высоты полёта относительно старта;
- напряжение бортовой батареи;

1.2.2. Фиксация этапов полёта:
- факт старта БАС;
- факт достижения 50 м;
- факт достижения «зоны доставки»;
- факт приземления.

1.2.3. Алгоритм Экстренной ситуации – *посадка аппарата в точке нахождения в автоматическом режиме с вертикальной скоростью не более 10 м/с*
Условия срабатывания:
- потери радио и/или видеосвязи с БПЛА по каналу управления;
- фиксации бортовой электроникой иных критических неполадок.

2. Техническое задание (**Дополнительная миссия**)

*Команда обязана разработать и реализовать как минимум одну **доп. миссию** из списка по своему усмотрению.*
*Не рекомендуется включать в проект более трёх **доп.миссий** одновременно.*

Перечень возможных **доп. миссий** XVI сезона:

- Усложнение Основной миссии (Полётного задания):
  - возвращение (полёт) изделия обратно в «зону старта»;
  - погрузка груза в «зоне погрузки» (старт полёта без груза);
  - доставка нескольких грузов в разные «зоны доставки» (последовательно в рамках одного полёта);
  - доставка нескольких грузов в одну «зону доставки» через возвращение изделия через «зону следования» в «зону старта» (принцип челнока);
  - увеличение минимального расстояния полёта (в пределах 1500 м);
  - увеличение массы груза без изменения габаритов;
  - *иное*

  Примечание: добавление этапов Полётного задания по умолчанию подразумевает фиксацию этих этапов Бортовой электроникой.

- Автоматическое выполнение Основной миссии (Полётного задания) без прямого участия пилота;

- Разработка ретранслятора видеосигнала (допускается изменение радиочастоты передачи данных после усиления сигнала);

- Считывание и запись в энергонезависимую память дополнительных параметров полёта с проведением анализа полученных данных;

- Разработка и использование методов машинного зрения для распознавания дополнительных образов (размерами в пределах 2х2 м), заранее установленных Организаторами;

  Примечание: Описание распознаваемых образов передаётся командам в виде заготовленных изображений в индивидуальном порядке.

- Разработка и использование системы передачи телеметрии в реальном времени на наземную станцию или ПК;

  Примечание: Видео поток с OSD не допускается в качестве источника телеметрии.

- Автоматическая фотофиксация груза после его доставки и последующая доставка отснятых фотографий на свою приёмную станцию или ПК в реальном времени;

- *Примечание: Трансляция видео не допускается.*

- Разработка и использование системы высокоточной навигации GNSS RTK;

3. Обязательные **требования** к реализации изделия

3.1. Общие требования

3.1.1. Конструкция изделия должна предполагать возможность как минимум двух пусков без повреждений.

3.1.2. Команда обязана дополнительно изготовить:

- как минимум один собственный массогабаритный макет (МГМ) груза;

  Примечание: МГМ, изготовленные командой, проверяются отдельно в рамках Предстартовой проверки на Финале Чемпионата (подробнее в Приложении 6 «Регламент проведения этапов Чемпионата»).

- транспортировочный бокс/контейнер для перевозки изделия.

3.1.3. Система питания должна быть либо легко доступной для замены аккумулятора в полевых условиях, либо с возможностью подзарядки без разбора изделия.

Примечание: На замену аккумулятора выделяется не более 5 минут.

3.1.4. В случае разработки собственной **пусковой установки** (ПУ):

- Штатное время развёртывания должно быть не более 2 часов;
- Конструкция ПУ должна обеспечивать безопасность стартовой команды. Например:
  - стартовая установка должна быть устойчивой к воздействию бокового ветра со скоростью 5-10 м/с,
  - крепления ПУ должны исключать возможность опрокидывания.

3.2. Требования к **Механической части** изделия

3.2.1. Во время полёта в составе БАС и в процессе отделения груза не должен испытывать перегрузки выше 12 g.

3.2.2. Конструкция изделия должна обеспечивать безопасность стартовой команды.

3.2.3. Конструкция изделия не должна содержать компонентов, свободный оборот которых не допускается законодательством РФ.

3.2.4. Конструкция изделия должна обеспечивать возможность установки бортового самописца (**БС**) Организаторов с габаритами 84x30x18 мм, массой 30 г:

- Конструкция изделия должна обеспечивать неподвижность **БС** на протяжении всего полёта;
- Конструкция изделия должна защищать **БС** от ударов при падении;
- Конструкция изделия должна обеспечивать вентиляцию отсека для **БС**, с целью выравнивания давления.

3.3. Требования к **Электронике** (Бортовому оборудованию)

3.3.1. Допускается применение электроники собственного изготовления (полётные контроллеры, регуляторы оборотов, доп. системы).

3.4. Требования к **радиопередаче** (при наличии)

3.4.1. Все параметры радиопередачи (настроек радиомодуля) должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.2. Канал радиопередачи, скорость передачи, мощность и наличие контрольной суммы должны быть указаны в Пояснительной записке.

3.4.3. Отправка пакетов данных должна осуществляться не менее 1 раза в секунду;

3.4.4. Мощность радиопередачи не должна превышать 1 Вт.