Функциональное описание системы планер "Юниор"

I. Введение

I.1 Описание основных методов описания систем :

I.1.1 Морфологическое описание систем.

Морфологическое описание системы должно давать представление о строении системы, ее подсистемах и элементах. Морфологическое описание не может быть исчерпывающим и зависит от глубины описания и степени детализации. Морфологическое описание иерархично. Число уровней описания определятся сложностью системы, то есть создается описание, дающее полную и достаточно глубокую оценку свойств системы. В иерархии описания может существовать такая ступень, когда способы описания, применявшиеся на более высоких уровнях становятся неприемлемыми и необходимо использовать принципиально новый способ описания системы. Изучение морфологии, то есть изучение внутреннего и внешнего устройства системы начинается с состава элементов, образующих систему. Элементный состав позволяет понять из каких элементов состоит система. Обычно он выполняется в виде структуры очень похожей на иерархическую при этом описание элементного состава производится до какого-то n-го уровня, после которого дальнейшее изображение элементного состава становится бессмысленным из-за конечности числа элементов системы. Элементный состав представляет собой как я уже говорил в виде структуры, которая состоит из блоков, каждый из которых отличается от другого номером подсистемы, для которого он создан. Один блок состоит из:

1. Состав элементов, то есть перечисления элементов из которых состоит данная система или подсистема.

2. Структура, то есть определенный порядок элементов, образующих систему.

3 Связи, то есть связи между элементами подсистемы или связи между подсистемами.

Под элементом в этом описании системы понимается подсистема, внутрь которой описание не проникает, то есть некий простейший элемент, рассматривать который как систему не имеет смысла. Элементный состав может быть трех типов:

1. Гомогенный, то есть состоящий из однотипных или одинаковых элементов.

2. Гетерогенный, то есть содержащий различные типы элементов.

3. Смешанный, то есть содержащий как множество однотипных, так и множество разнотипных элементов.

Однотипность в данном случае не означает полного сходства или идентичности элементов системы, а определяет только сходство основных свойств или функций. Гомогенности часто сопутствует избыточность и наличие скрытых возможностей, неиспользованных ресурсов, вызванных многократным дублированием элементов друг друга. Гетерогенные же элементы узко специализированны. И хотя они более экономичны, чем гомогенные элементы, зато их эффективность ограничивается лишь узким диапазоном внешних условий, и быстро выходят из строя вне этого диапазона, к тому же отсюда вытекает меньшая надежность гетерогенных систем - ведь при выходе из строя одного узкоспециализированного элемента другие элементы не смогут выполнять его функции и скорее всего система перестанет функционировать. Таким образом гомогенные системы стоят выше гетерогенных по уровню организации.

Для того, чтобы составить морфологическое описание надо знать о составе элементов, связях, структуре в элементном составе.

1. Состав элементов предполагает список названий элементов и их свойств. Всего существует четыре типа элементов: энергетические ( функция - преобразование энергии, цель преобразования- выработать необходимую энергию в системе в той форме, в которой она может потребляться другими элементами, важное свойство - к.п.д. элемента), информационные (функция -прием, запоминание, преобразование информации, цель преобразования - выработать более удобную форму информации из исходной), вещественные ( функция - преобразование вещества какого-либо характера, цель преобразования - добиться свойств вещества в соответствии с "заказом" информационного элемента), нейтральные ( функция не установлена).

2.Связи являются немаловажной частью морфологического описания системы , так как ее свойства зависят от характера связей. Существует семь типов связей: энергетические ( функция - перенос энергии между элементами), информационные ( функция - перенос информации между элементами), вещественные (функция - перенос вещества между элементами), смешанные ( функция - совокупность функций предыдущих связей), прямые (функция - выполнить функции связей, описанных выше или материальных связей в прямом направлении), обратные ( функция та же, что и у прямых, но в обратном направлении), нейтральные ( функции не определены).

3.Структура - определяет характер и устойчивость отношений между элементами. Структуры делятся на пять типов: хаотические, многосвязные, иерархические, детерменированыые и смешанные.

Морфологическое описание строится по иерархическому методу путем последовательной декомпозиции систем. Уровни декомпозиции системы, уровни иерархии морфологического и функционального описания должны совпадать. Морфологическое описание можно выполнить последовательным расчленением системы на подсистемы. Это удобно в том случае, когда связи между подсистемами одного уровня иерархии не слишком сложны.

I.1.1 Функциональное описание систем.

Функциональное описание исходит из того, что всякая система выполняет некоторые функции : просто существует, является областью обитания другой системы, обслуживает систему более высокого порядка, является контрольной для некоторого класса систем, служит средством или материалом для создания более сложной или совершенной системы, является Первосистемой и. т. д. Основное качество, присущее любой системе - это ее функции, соответственно система может быть однофункциональной или многофункциональной. В зависимости от поведения системы, по воздействию на окружающую ее среду и взаимодействию с другими системами, функции системы можно распределить в следующем порядке, по возрастанию "ранга":

1. Пассивное существование, материал для других систем - наиболее простая система, функции которой сводятся лишь к поддержанию внутренней среды системы на каком-либо уровне и безразличному отношению к окружающей среде.

2. Обслуживание системы более высокого уровня - более сложная система, функция которой не только поддерживать собственное внутреннее функционирование, но и работа на систему более высокого уровня.

3. Противостояние другим системам или среде - еще более сложная система, функция которой - не пассивное существование или спокойная работа, а выживание, непрерывное приспособление к изменяющимся, агрессивным условиям внешней среды.

4. Поглощение других систем и среды - система, в функцию которой входит не только выживание, но и активное противоборство внешней среде, с последующим ее захватом.

5. Преобразование других систем и среды - наиболее сложная система, в функцию которой также входит не только захват и уничтожение других систем, но и их последовательное преобразование в вещества или подсистемы, полезные этой системе.

Функциональное описание, как и морфологическое иерархично. Функции системы представляются двумя способами : числовым функционалом, который зависит от функций, описывающих внутренние процессы, или качественным функционалом (типа упорядочивания лучше-хуже).

Функциональное описание системы можно задать семеркой:

Sf={T,x,C,Q,y,ϕη},

Где T-множество моментов времени, х - множество мгновенных значений входных воздействий, С={c: T→x} – множество допустимых входных воздействий; Q –множество состояний; y- множество значений выходных величин; Y={u:T→y}-множество выходных величин; φ={T×T×T×c→Q}-переходная функция состояния; η:T×Q→y – выходное отображение; с- отрезок входного воздействия; u – отрезок выходной величины. Такое описание системы охватывает широкий диапазон свойств. Рациональный путь создания функционального описания заключается в применении такой многоуровневой иерархии описаний, при которых описание более высокого уровня системы будет зависеть от обобщенных переменных более низшего уровня. Таким образом образуется следующая иерархия описания: эффективность (зависит от функционала эффективности, который качественно или количественно описывает деятельность системы) - процессы первого уровня (функции) - параметры первого уровня (функционалы) - процессы второго уровня (функции) - параметры первого уровня (функционалы) - .................- процессы n-го уровня ( функции) - параметры n-го уровня (функционалы). Где n-ый уровень - последний уровень, о котором имеет смысл говорить в описании системы, так как он последний, для которого имеется достаточное количество сведений.

I.1.3 Информационное описание систем

Как и любое другое, информационное описание должно давать представление об организации системы. Оно является не только наиболее сложным, но и наиболее глубоким видом описания, так как в отличие от морфологического и функционального описания, описывающих структуру и функции системы в определенный момент времени, описывает систему уже в процессе ее функционирования, то есть описывает воздействие на систему внешней, и изменения информации. Информационное описание позволяет определить зависимость морфологических и функциональных свойств системы от качества и количества внутренней ( о самой себе и о среде) и внешней (поступающей из внешней среды) информации. Так как информация о каком-либо процессе снижает количество вероятных исходов данного процесса, то информация, полученная системой повышает степень предсказуемости ее развития. Значит информация увеличивает организованность, упорядоченность системы, то есть потенциальную меру предсказуемости будущего данной системы, что в свою очередь влечет снижение степени энтропии, то есть неопределенности. Таким образом, информация, полученная системой напрямую влияет на ее работу, а значит и на функциональные свойства ее элементов, морфологию. Частные же аспекты информационного описания могут касаться отдельных процессов и подпроцессов. Множество частных описаний в большей или меньшей степени охватывает факторы организации деятельности системы в целом. Связь между функциональным и информационным описаниями отражает эффективность и энтропию. Связь между морфологическим и информационным описаниями отражает изменение морфологических свойств во времени. Информационное определяет возможную точность оценки, как класса сходства систем, так и их близость внутри класса.

I.2 Обоснование выбора функционального описания системы.

Перед тем, как сесть за эту работу, я долго думал, какую систему мне взять. Я понимал, что нужно взять такую систему, которая удовлетворяла бы трем условиям:

1. Система должна быть достаточно емкой для описания, иметь строго иерархичную структуру.

2. Система должна быть оригинальной и необычной.

3. Система должна быть знакомой и известной и мне настолько, чтобы я знал ее, что называется "до последнего винтика".

Я очень люблю конструировать различные модели кораблей и планеров. Около трех лет назад я купил планер "Юниор" о котором и пойдет речь в моей работе. Этот планер представляет собой достаточно точную копию спортивного самолета "Як-16" он выполнен из пенопласта и оснащен легким двигателем на углекислом газе. На мой взгляд эта система полностью удовлетворяет трем основным условиям, о которых я сказал выше: во-первых он состоит из большого числа деталей, что дает большой простор для описания; во-вторых применение в планере экзотического двигателя на углекислом газе делает систему необычной; в-третьих я сам собирал его и знаком с работой и наладкой каждой из его деталей.

После выбора системы, естественно я стал выбирать метод ее описания. Мне было трудно сразу решить, какой из них лучше использовать и я решил рассмотреть их все и выделить один методом исключения.

Первым я исключил информационный метод описания. Почему? Потому что во-первых информационное описание связано с внутренней информацией системы, а также с информацией, поступающей в систему извне, в моем же случае изменение информации в системе планер практически равно нулю, так как планер не является средством восприятия или обработки информации и представляет собой достаточно устойчивую систему в том смысле, что число изнашиваемых деталей мало, а время изнашивания велико. С другой стороны в информационном описании много цифр, переменных и формул, что очень сильно затрудняет, а то и вовсе сводит на нет возможность понятия и осмысления такой работы. Особенно это плохо для первоначального ознакомления с системой, ведь, не поняв ее основ, не возможно разобраться в ее глубинном устройстве и функционировании. Другими словами информационное описание можно делать только после глобального и всестороннего ознакомления с системой как выполняющего описание, так и его проверяющего или использующего.

Теперь мне осталось выбрать из морфологического и функционального описания. И я сделал выбор в сторону функционального. На это меня толкнуло несколько причин.

1.Во-первых главная цель существования любой системы - функционировать, то есть выполнять какую-либо основную функцию или несколько основных функций, осуществляемых за счет выполнения подфункций каждого из его элементов. То есть для конечного пользователя системы практически не важно как устроена и из чего состоит система, для него главное - чтобы система выполняла предназначенную ей функцию, а уж как это делается - не его дело.

2.Во-вторых, на мой взгляд, функциональное описание более емко, чем морфологическое, ведь при описании той или иной функции, делается указание на то, от каких параметров зависит ее выполнение, обычно это - качественные характеристики элементов, которые обеспечивают данную функцию. И мы сразу получаем функциональное описание и список элементов "в одном флаконе". К тому же можно легко добавить к функциональному описанию иерархическую структуру системы, и, фактически мы потеряем из морфологического описания лишь характеристики связей между элементами (которые можно определить по их функциям).

3.В-третьих, функциональное описание больше подходит для сравнения двух систем, так как морфологическое сходство отнюдь не означает функционального, вследствие того, что незначительное морфологическое отклонение может вызвать качественное функциональное различие. Так в ряде случаев морфологическое различие обнаружить невозможно, и проявляется оно в существенном и легко наблюдаемом различии функциональных свойств (например два полушария головного мозга человека).

II. Функциональное описание системы:

II.1 Общая характеристика системы.

Как я уже сказал, выбранная мной система планера "Юниор" является моделью самолета "Як-16", у которой все важнейшие узлы (крылья, хвост, фюзеляж, стабилизаторы) выполнены из пенопласта. Ходовой частью системы является двигатель, использующий энергию сжатого углекислого газа, который потребляется из специальных баллончиков от сифона. В цилиндре газ расширяется, толкает поршень, тот в свою очередь коленчатый вал, а тот - ось винта. На основании этого можно выделить системоразрушающие (то есть те, которые нарушают внутреннюю структуру подсистем или элементов системы) и системообразующие факторы (то есть наличие которых просто необходимо для нормальной работы системы).

Системоразрушающие факторы:

1.Сильный ветер (разрушает систему в результате непрочности материала системы - пенопласта).

2.Сильная механическая деформация (тоже разрушает систему в результате недостаточной прочности пенопласта).

3.Излишний перегрев (деформирует пенопластовые элементы системы в следствии их низкой температуры плавления (порядка 60 градусов С )).

4.Воздействие химических растворителей (проедают пенопластовые элементы из-за низкой химической стойкости пенопласта).

5.Избыточная влажность среды (образует ржавчину на стенках поршня и цилиндра, разрушая двигатель).

6.Излишне низкая температура (при низкой температуре (отрицательной) двигатель перестает работать, вследствие сильного снижения к.п.д., из-за низкой температуры окружающей среды (газ просто не будет расширяться).

Системообразующие факторы:

1.Работа системы в строго определенном диапазоне температур от 20С до 45С.

2.Слабый ветер.

3.Наличие смазки на поршне, валах и цилиндре двигателя.

4.Наличие достаточного количества углекислого газа в зарядочном устройстве.

5.Прочность крепления несущих частей планера.

6.Обладание некоторой стартовой скоростью и высотой (без обладания ими планер может уйти в штопор).

Таким образом, можно сделать вывод что выбранная мной система очень надежна только в строго определенном состоянии окружающей среды, при выходе из которых она может разрушиться или перестать функционировать. Связи в данной системе преимущественно вещественные, однако встречаются энергетические (преобразование энергии в двигателе) и смешанные (вещественно-энергетические, например в устройстве "топливной системы" - по трубкам переносится вещество - газ, а также энергия).

II.2 Иерархическая структура системы.

Я долго думал, с чего начать описание системы, и наконец понял, что лучше всего начать ее описание с иерархической структуры, так как она дает сжатое, емкое, наглядное, понятное, удобное описание любой системы. Ведь зная, из чего состоит каждая подсистема, каждый узел системы, какие элементы в каждом из них, значительно проще расписать их функции. К тому же иерархическая структура помогает не забыть про некоторые функции, ведь каждому элементу иерархической структуры обычно соответствует одна функция. Итак, начну. В процессе построения иерархической схемы мне пришлось ввести сокращение "К." - крепление.

Иерархическая структура :



**Замечание 1:**

В иерархическом описании я применял сокращение "К." - то есть крепление и, хотя крепление состоит из нескольких частей, я счел нецелесообразным применение пятого уровня иерархического описания ради описания одного единственного крепления. Я лишь поясню текстом из чего оно состоит: в данной модели самолета каждое крепление представляет собой жесткую один пластиковый стержень, который пронизывает соединяемую деталь, и соединяется с другим соответствующим стержнем на другой детали посредством замкнутого резинового шнура. Исключение составляет двигатель и крепления шасси, которые крепятся к пластиковому носу и пластиковому дну фюзеляжа при помощи винтов и крепления закрылков, элеронов и.т.п., которые насаживаются на пластиковый стержень, в свою очередь крепящийся в вырезе крыла в форме закрылка.

II.3 Функциональное описание системы.

Теперь перейду к самому важному - к цели моей работы - функциональному описанию системы. Сразу хочу отметить, что для удобства восприятия уровни и подуровни иерархической и функциональной систем совпадают.

**Замечание 2:**

Так как название любой функции состоит из нескольких слов, то написать их в одной строчке не представляется возможным, применение же сокращений лишь усложнит и запутает описание. Я принял решение, и оно не ново, применять для обозначения функции цифровой код, причем функция или функции каждого элемента буду обозначать так: 1 - главная функция, 1.1 - функция первой подсистемы (функция несущей системы), 1.2.3 - функция, выполняемая третьей подподсистемой второй подсистемы (функция заправочной системы), 1.2.3.2 - функция второй подподподсистемой, третьей подподсистемы, второй подсистемы главной системы (функция запирающего шарика).

**Замечание 3:**

Я делаю функциональное описание в таком виде: сначала идет сама функция системы, подсистемы или элемента, а потом в скобках - от каких факторов внутренних и внешних зависит ее выполнение.

Функциональное описание системы:

Функции системы первого уровня:

1.Взлететь и планировать в течении долгого времени, научить начинающего авиамоделиста азам конструирования и управления моделью планера, обеспечить приятное и интересное время провождение моделиста, в течении летных испытаний планера, обеспечить победу в соревнованиях моделей подобного класса. (качество, мощность, к.п.д. двигателя, наполненность топливной системы, аэродинамические характеристики планера, его вес, скорость ветра, температура окружающей среды, способности человека, запускающего планер).

Функции подсистем второго уровня:

1.1Обеспечить целостность планера как единого целого путем крепления всех узлов планера на себе, обеспечить долгое планирование самолета, обусловленное наличием несущей поверхности - крыла (характеристики корпуса, характеристики крыльев).

1.2Обеспечить подъем планера с земли или рук запускающего до максимально возможной высоты (мощность двигателя, запас топлива, величина утечки топлива, угол сопротивления ветру).

1.3Обеспечить нужное поведение самолета в воздухе, устранить крен, штопор, скорость снижения или флаттер планера (углы наклона и площадь элеронов, лонжеронов, закрылков).

1.4Обеспечить мягкую, плавную посадку, исключающую повреждение систем или деталей планера (конструкция стоек и всей системы посадки в целом, мягкость шин).

1.5Обеспечить сходство внешнего вида планера и оригинального самолета "Як-16", увеличить яркость раскраски планера для более легкого его поиска после посадки, улучшить настроение наблюдающего (качество наклеек и похожесть их на настоящие, количество наклеек, их яркость, красота).

Функции подподсистем третьего уровня:

1.1.1 Обеспечить прочную основу (каркас) для крепления всех остальных систем планера, при этом сохранив обтекаемость линий планера и его малый вес (характеристики фюзеляжа, устойчивость к внешним воздействиям, надежность креплений, их качество).

1.1.2Обеспечить планирование и взлет планера, то есть обеспечить возникновение при определенной скорости движения подъемной силы, частично или полностью компенсирующее силу тяжести (площадь поверхности крыльев, профиль крыльев, их размах, форма крыльев, легкость крыльев).

1.2.1Обеспечить набор скорости планером, путем быстрого равномерного вращения воздушного винта, обеспечить тяжесть в носу самолета для равномерного планирования после выключения двигателя (мощность двигателя, к.п.д. двигателя, его изношенность, вес двигателя, давление в рабочем цилиндре, скорость вращения вала, параметры винта).

1.2.2Обеспечить максимально возможное время работы двигателя (емкость топливного баллона, давление и масса газа в нем, качество деталей, блокирующих спонтанный выход газа (запирающая воронка и шарик)).

1.2.3Передать наибольшее количество газа из заправочного устройства в топливную систему (притертость узлов контакта заправочного устройства и системы заправки, диаметр сечения контактной воронки).

1.2.4Соединить и обеспечить передачу газа между контактной воронкой, баллоном и двигателем (материал трубок, его жесткость, теплопроводность, диаметр сечения трубок, их длинна).

1.3.1Контролировать движение планера в горизонтальной плоскости полета, то есть регулировка угла полета вправо-влево, обеспечить возможность прямолинейного полета (площадь киля и килевых закрылков, угол наклона килевого закрылка к килю, жесткость фиксации килевого закрылка).

1.3.2Контролировать движение планера в вертикальной плоскости полета, то есть задать угол снижения и избавиться от дефектов планирования (например полет "волнами") (площадь стабилизатора и элеронов, угол наклона элеронов к поверхности стабилизатора, жесткость фиксации элеронов).

1.4.1Обеспечить надежное крепление шасси и возможность их вращения при посадке (длинна креплений, их жесткость, форма, характеристики вала).

1.4.2Обеспечить мягкую и плавную посадку, обеспечить медленное гашение скорости при посадке (диаметр обода, площадь его соприкосновения с посадочной полосой, качество резины шины, рисунок протектора, легкость вращения подшипника).

Функции подподподсистем четвертого уровня:

1.1.1.1Обеспечить надежную базу для креплений других частей планера при сохранении летных качеств планера (прочность фюзеляжа, вместимость фюзеляжа, его легкость, его аэродинамические характеристики).

1.1.1.2Обеспечить прочность и надежность крепления крыльев к фюзеляжу (качество резины, прочность пластикового стержня, натянутость резины, ее жесткость).

1.1.1.3Обеспечить прочность и надежность крепления хвоста к фюзеляжу (качество резины, прочность пластикового стержня, натянутость резины, ее жесткость).

1.1.1.4Обеспечить надежность стыковки двигателя и фюзеляжа, исключить возможность сильной вибрации двигателя (качество винтов, их количество, сила затяжки, прочность гнезд винтов).

1.1.2.1Управлять вертикальным движением самолета, исправлять дефекты планирования (площадь закрылков, их профиль, угол наклона закрылков, их расположение на крыле, жесткость фиксации закрылков).

1.1.2.2Создавть подъемную силу, зависящую от скорости движения (профиль поверхности, угол наклона поверхности к фюзеляжу, площадь поверхности, ее форма).

1.1.2.3Обеспечить жесткое соединение крыльев с фюзеляжем (прочность резины, ее натяжка, положение пластиковых стержней).

1.1.2.4Зафиксировать положение закрылков в определенном положении, относительно поверхности крыльев (сила трения между пластиковым стержнем и материалом крыла, размер стержня и закрылков).

1.2.1.1Пропускать сжатый углекислый газ только в те моменты, когда поршень двигателя находится в крайнем верхнем положении (когда объем свободной области цилиндра минимален) (точность настройки запирающего стержня двигателя, его длинна, площадь сечения, точная цилиндрическая форма, наличие смазки).

1.2.1.2Создать замкнутое герметичное пространство, в котором свободно двигается поршень, нагревать газ в себе в течении полутакта за счет теплообмена с корпусом (точная цилиндрическая форма, наличие смазки, целостность цилиндра, рабочий объем цилиндра, длина цилиндра,).

1.2.1.3Преобразовывать внутреннюю энергию газа в свое поступательное движение (притертость цилиндра и поршня, диаметр поршня, наличие смазки, величина хода поршня).

1.2.1.4Преобразовывать поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала (ход поршня, длина шатуна, диаметр вращения коленчатого вала, хорошая смазка в местах соединения шатуна и поршня, шатуна и коленчатого вала).

1.2.1.5Предохранять внутренние детали двигателя от пыли, грязи, размещать внутри себя эти детали, осуществлять теплообмен между окружающей средой и цилиндром (размеры корпуса, его герметичность, внешняя ребристая теплообменная поверхность).

1.2.1.6Выпускать отработанный газ в конце первого полутакта двигателя в окружающую среду (диаметр отверстия, его расположение).

1.2.1.7Передавть собственное вращательное движение винту (жесткость крепления винта на вале, скорость вращения винта).

1.2.1.8Преобразовывать собственное вращательное движение в кинетическую энергию воздуха, то есть двигать планер (площадь лопастей винта, скорость его вращения, угол наклона лопастей к оси вращения).

1.2.3.1Сохранять газ под давлением, после получения его из заправочной системы (объем баллона, прочность его стенок, теплопроводность материала стенок баллона, герметичность баллона).

1.2.3.2Создать узкий проход для выхода газа, который затем перекроет шарик (наибольший диаметр воронки, диаметр выходной трубки, прочность воронки, гладкость ее стенок).

1.2.3.3Перекрывает самопроизвольный выход газа в окружающую среду после заправки в воронке (размер шарика, его вес, прочность материала шарика, гладкость поверхности шарика).

1.2.3.1Обеспечить контакт воронки с заправочным устройством, и пропустить газ в топливную систему (диаметр воронки, гладкость трубки воронки, устойчивость к низким температурам).

1.2.3.2Не выпускать газ из заправочной и топливной систем (гладкость шарика, его вес, его размер, прочность шарика).

1.2.3.3Не позволять упасть шарику в систему трубок (размер отверстия в упоре, его форма).

1.2.4.1Пропускать газ между двигателем, системой заправки и топливной системы с наименьшим изменением физических констант газа (площадь сечения трубок, длина трубок, их жесткость, отсутствие перегибов, герметичность трубок, теплопроводность материала).

1.2.4.2Уменьшить нагревание газа внутри трубок от окружающей среды (толщина изоляции, теплопроводность материала изоляции).

1.3.1.1Обеспечить прямое планирование самолета, погасить его вибрации в горизонтальной плоскости полета (профиль киля, площадь поверхности киля, форма киля).

1.3.1.2Обеспечить жесткое крепление киля к стабилизатору (натяжение резины, ее длина, прочность пластиковых трубок).

1.3.1.3Зафиксировать угол наклона килевого закрылка к килю (трение между пластиковым стержнем и килем, длина стержня).

1.3.1.4Управлять движением самолета в горизонтальной плоскости полета (площадь килевого закрылка, угол его наклона к килю, форма, профиль).

1.3.2.1Обеспечить жесткое соединение стабилизатора и киля (натяжение резины, ее длина, прочность пластиковых трубок).

1.3.2.2Зафиксировать положение хвостовой части самолета к фюзеляжу (натяжение резины, ее длина, прочность пластиковых трубок).

1.3.2.3Зафиксировать угол наклона элеронов к поверхности стабилизатора (трение между пластиковым стержнем и стабилизатором, длина стержня).

1.3.2.4Управлять движением самолета в вертикальной плоскости полета, задавать угол снижения планера (профиль элеронов, их площадь и форма, угол наклона элеронов к поверхности стабилизатора).

1.3.2.5Обеспечить возникновение подъемной силы, удерживающей хвост на уровне с крыльями, погасить вибрации хвоста в вертикальной плоскости (площадь поверхности стабилизатора, его профиль, его форма).

1.4.1.1Обеспечить жесткое соединение стоек шасси с фюзеляжем (качество винтов, их количество, величина гнезд винтов, затяжка винтов).

1.4.1.2Зафиксировать вал на определенном расстоянии от фюзеляжа, большем, чем радиус шин (длина креплений, их прочность, жесткость, легкость).

1.4.1.3Обеспечить крепление и вращение колес на подшипниках (длина вала, диаметр вала, его прочность и ровность).

1.4.1.4Не позволить колесам соскочить с вала, при их вращении или во время полета (прочность клина, его длинна и надежность).

1.4.2.1Создать округлую форму колес для их равномерного движения, удерживать на себе шины (округлая форма, диаметр обода, форма, удерживающая шину).

1.4.2.2Обеспечить гашение вибрации самолета при движении по неровной поверхности, смягчать удары, плавно гасить скорость (толщина шины, рисунок протектора, мягкость резины).

1.4.2.3Уменьшить трение между валом и ободом для более плавного торможения (диаметр подшипника, количество шариков в нем, его смазанность, прочность насадки на вал и стыковки с ободом.

На этом описание функций элементов системы можно считать законченным. Суммарное количество функций таково: функций первого уровня - 1, подфункций второго уровня - 5, подподфункций третьего уровня - 10, подподподфункций четвертого уровня - 41. Теперь перейдем к иерархической структуре функций (смотри на следующей странице).

III. Вывод:

Описанная система планера "Юниор" является достаточно сложной системой со строгой иерархической структурой. Для нее наиболее приемлем функциональны метод описания. Используя его, можно сделать вывод, какие функции выполняются за счет одновременного выполнения других функций. И при неисправности работы данной системы, гораздо легче найти причину неполадки, используя это описание. Также на основе этого описания не очень сложно, но достаточно громоздко, можно рассчитать энтропию данной системы, используя выкладки из книги "Cистемотехника: методы и приложения" авторов Николаев В.И. , Брук В.М. я смог рассчитать численное значение степени энтропии, формула которого такова: -16

H(F)<=1.38\*10 \*ln(n\*a\*y\*l\*t\*N)

Где:

n - число элементов системы.

a - среднее геометрическое число свойств на один элемент.

y - среднее геометрическое число связей на один элемент.

l - среднее геометрическое число квантов пространства.

t - среднее значение квантов времени.

N - число систем.

Каждая из данных величин, в свою очередь выражается через более простые (l, например через габаритные размеры элементов системы).

Иерархическая структура функций системы:



В любом случае мои расчеты очень трудно перевести в электронную форму (слишком много различных степеней и индексов).

Для моей системы значение энтропии получается следующим:

H(F)<= 773.2 k (эрг/К).