



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»
МАИ**

Кафедра 703

«Системное проектирование авиакомплексов»

Институт №7

«Робототехнические и интеллектуальные системы»

Курсовая работа по дисциплине:

«Информационные технологии системного проектирования»

Выполнил:
студент группы М7О-406С-17
Давлатов Александр Сергеевич

Проверил:
ведущий инженер
Солоделов Юрий Алексеевич

Преподаватель:
к.т.н, доцент, зав. каф.
Неретин Е. С.

Стандарт на разработку требований для системы «LORAN»

Данный документ определяет стандарт требований, который будет применяться при разработке требований к нашей системе.

Все правила данного стандарта являются обязательными для соблюдения при составлении требований к системе.

Общий стандарт

1. Требования должны быть непротиворечивы.
2. Требования должны быть изложены в доступной форме.
3. Требования должны быть однозначны и понятны.
4. Требования должны соответствовать функционалу реализации, т. е. набор свойств присущий реализации конечного продукта должен отвечать разработанным требованиям.
5. Требования должны содержать валидную информацию.
6. Требования должны содержать не более одного утверждения.
7. Требования не должны содержать всю полноту реализации, т. е. требования не должны с высокой точностью описывать всю реализацию, а лишь отразить основные особенности реализации.

Стандарт на оформление требований

1. Требования к ПО должны быть написаны в формате .docx, не старше 2010 г.
2. Для составления требований должен использоваться определенный тип объектов: объекты-требования.
3. Документ, в котором находятся требования к системе, должен иметь титульный лист, с названием описываемой системы.
4. Документ, в котором описываются требования к системе, должен содержать краткое описание системы.
5. Документ, в котором описываются требования к системе, должен содержать список терминов и сокращений.
6. Требования должны быть разбиты на разделы.
 - 6.1 Разделы должны быть пронумерованы.
 - 6.2 Разделы должны быть написаны на русском языке.
7. Трассируемые требования должны не противоречить требованиям высокого уровня, на которые они ссылаются.
8. Трассировка требований должна указываться в виде таблицы-соотношений.
Пример:

Требование низкого уровня	Требование высокого уровня, на которое ссылается требование низкого уровня
2_NAVDOWN_1	2_NAVUPPER_1

9. Требования должны иметь уникальные идентификаторы.
 - 9.1 Уникальный идентификатор должен включать в себя номер раздела, сокращенное название раздела и номер требования в указанном порядке.
Пример: 3_NAV_1, где 3 – номер раздела, NAV– краткое название раздела, 1 – номер требования.
 - 9.2 Обоснованиям производных требований присваивается уникальный идентификатор, включающий в себя номер раздела, сокращенное название раздела, номер производного требования и номер обоснования..
Пример: 3_NAV_1_2, где 3 – номер раздела, NAV– краткое название раздела, 1 – номер требования, 2 – номер обоснования.
10. При написании требований должен использоваться русский язык.

Общие требования к созданию документа

1. Для создания документов необходимо использовать свободно распространяемый бесплатный шрифт Times New Roman, 12 пунктов.
2. Для создания заголовков в документе, в котором находятся требования к системе, использовать свободно распространяемый бесплатный шрифт Times New Roman, 13 пунктов.
3. Интервал между буквами в словах - обычный.
4. Отступ между словами - один пробел.
5. Текст документа выравнивается по ширине листа (по границам левого и правого полей документа).

Стандарт на требования к программным средствам

1. Наличие требований к времени выполнения операций ПО.
2. Требования к формату информационного взаимодействия с системами ЛА.

Стандарт на оформление графической составляющей документа

1. Таблицы.
 - 1.1. Таблицы размещают после первого упоминания так, чтобы их было удобно читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.
 - 1.2. Таблица имеет нумерационный заголовок (например, Таблица 3.1), который оформляют у правого поля. Он состоит из слова «Таблица» и порядкового номера таблицы без символа номер и точки в конце.
 - 1.3. Номер таблицы соответствует номеру раздела (если в разделе несколько таблиц, то нумерационный заголовок включает номер раздела и порядковый номер таблицы в этом разделе).
 - 1.3.1. Если в документе одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Таблица должна иметь тематический заголовок, который печатают с заглавной буквы строчными и оформляют ниже нумерационного заголовка.
2. Формулы
 - 2.1. Уравнение или формулу выделяют в отдельную строку, если к ним есть пояснения.
 - 2.2. Пояснения приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даются в формуле.

3. Рисунки

3.1. Как правило, тексты иллюстрируют графиками, диаграммами, схемами, чертежами, фотографиями, которые называют рисунками.

3.2. Иллюстрации, изображающие графики (диаграммы), оформляют по ГОСТ Р 50-77-88 «Рекомендации. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм».

3.3. Рисунки нумеруют в пределах раздела, включая уникальный идентификатор раздела.

Например: Рис.2. 1_NAV_3

3.4. Если в документе содержится только один рисунок, то его не нумеруют.

3.5. На каждый рисунок должна быть ссылка в тексте, например «... приведено на рис.2. 1_NAV_3»

3.6. От текста до верхнего края рисунка и от нижнего края рисунка до подрисуночной надписи отступают 2 интервала.

Стандарт на указание входных и выходных параметров

1. Для указания разрядности числовых значений используем приставки для образования кратных и дольных единиц величин.

Пример: $1\,000\,000\text{ Гц} = 10^6\text{ Гц} = 1\text{ МГц}$

2. Погрешность должна представляться в виде доверительного интервала.

3. Размерность должна указываться к каждому числовому значению, исключение составляют безразмерные величины.

Спецификации требований для системы «LORAN»

Данный документ представляет собой структурированный набор требований, который будет применяться при разработке нашей системы.

Все требования данного документа являются обязательными для соблюдения при разработке указанной системы.

Хронология изменения разрабатываемого документа

Журнал изменения требований	
Дата события	Произведенное действие
12.04.2021	Создание первого варианта требований.
27.04.2021	Коррекция требований в соответствии с произведённой экспертной оценкой.
28.05.2021	Коррекция требований в соответствии с произведённой экспертной оценкой.
30.05.2021	Коррекция требований в соответствии с произведённой экспертной оценкой.

1. Краткое описание системы LORAN.

Радиотехническая система дальней навигации (РСДН) определяет географические координаты ЛА по сигналам сети наземных станций. Станции работают в диапазоне длинных волн, что позволяет определять местоположение ЛА на удалении в тысячи километров от них. Развернуты цепи импульсно-фазовых станций.

В импульсно-фазовых РСДН используется разностно-дальномерный метод. Бортовой приемник РСДН измеряет задержку прихода радиосигналов от сети синхронизированных наземных передающих станций. Станции объединены в цепочки по 3-5 станций, обслуживающих большой район. Одна станция называется ведущей, организует работу остальных станций в цепочке, называемых ведомыми. Излучение станций синхронизировано со шкалой Всемирного координированного времени, а, следовательно, и между собой.

В заранее установленные моменты времени станция излучает импульсный сигнал. Спустя интервал времени сигнал достигает ЛА, и с учетом скорости распространения электромагнитных волн в воздухе высчитывается дальность до станции. Аналогично определяется дальность до второй станции. Приемник РСДН со станциями не синхронизирован, поэтому момент излучения сигнала станцией на ЛА неизвестен, а, значит, дальности не могут быть определены непосредственно. Но нам известен интервал между приходом сигналов на ЛА, что позволяет определить разность расстояний от ЛА до каждой из них, при этом нам известны точные географические координаты станций, следовательно, можно построить на земной поверхности линию положения, в каждой точке которой разность дальностей равна измеренной. Эта линия представляет собой гиперболу. Координаты ЛА определяются точкой пересечения двух гипербол, построенных по сигналам от двух пар станций. Минимальное число синхронизированных станций – 3. Для предотвращения неопределённости ведомые станции излучают импульсы с задержкой, которая отсчитывается ведущей станцией. Благодаря этому ЛА всегда сначала принимает сигнал от ведущей станции, а затем от ведомой, что позволяет однозначно выбрать нужную гиперболу.

Таким образом, задержка поступления сигнала от ведомой станции включает три интервала времени:

- время, за которое сигнал от ведущей станции доходит до ведомой (это время постоянно);
- время задержки в ведомой станции;
- время, за которое сигнал проходит расстояние от ведомой станции до ЛА.

На основе известных интервалов времени прохождения сигналов, в приёмнике вычисляется нужная гипербола. Но этот способ даёт довольно неточный результат. Более точно можно определить координаты по разности фаз между колебаниями несущей частоты импульсов ведущей и ведомой станций. Фазы колебаний станций тоже синхронизируют, а передаваемый сигнал представляет собой радиоимпульс.

При распространении радиоволны она испытывает сдвиг по фазе, величина которого пропорциональна пройденному расстоянию.

Каждая станция передаёт не один импульс, а группу импульсов, увеличивающих мощность излучаемого сигнала. Количество и временное распределение импульсов в группе, величина задержки группы импульсов ведомой станции относительно ведущей у каждой станции в цепочке индивидуальны. А цепочки станций отличаются периодом повторения импульсов ведущей станции. Это позволяет приёмнику настроиться на приём сигналов от нужных ему станций.

2. Список терминов и сокращений.

РСДН – радиотехническая система дальней навигации.

ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система.

ЛА (Летательный аппарат) - общее название устройства (аппарата) для полётов в атмосфере или космическом пространстве.

Мерцание сигнала станции – периодическое исключение одного или нескольких импульсов в сигнале наземной станции для информирования потребителей о нарушениях в работе этой станции.

Ведущая наземная станция – станция, по сигналам которой осуществляется синхронизация излучения сигналов ведомых наземных станций цепи радионавигационной системы.

Ведомая наземная станция – станция в цепи радионавигационной системе, сигналы которой синхронизируются по сигналам ведущей наземной станции.

ECD — Envelope-to-Cycle Difference (расхождение фазы и огибающей).

3. Требования к системе.

1_LORAN_1

Система дальнего действия "LORAN" должна работать на присвоенном диапазоне частот 90-110 кГц.

1_LORAN_2

Дальность действия должна быть:

- над сушей 1500 км;
- над морем 2500 км.

1_LORAN_3

Погрешность измерения разности расстояний с помощью импульсно-фазовых систем на удалении до 1000 км от станции должна быть $\pm 150 \dots 550$ м.

1_LORAN_4

Погрешность измерения разности расстояний с помощью импульсно-фазовых систем на удалении до 4500 км от станции должна быть ± 2 км.

1_LORAN_5

Приемник должен принимать модулируемый сигнал, задающий курс, в плоскости посадочного курса:

- нижний от курса посадки 150 Гц;
- верхний от курса посадки 90 Гц;

2_LORAN_1

Скорость передачи должна быть не менее 1500 бит/с.

2_LORAN_2

Приемоиндикатор должен быть способен выполнять измерения разности времени, рассчитывать и отображать текущие координаты местоположения.

<i>Примечание к требованию [2_LORAN_2]</i>
Приемоиндикатор отображает на экране индикатора и выдает внешним потребителям дополнительную навигационную информацию.

2_LORAN_2_1
Суммарная точность измерения разности времени, используемой для определения координат, должна быть меньше 0,3 мкс.

2_LORAN_3
<p>Приемоиндикатор вместе с антенной должен быть способен обеспечивать суммарную точность измерения разности времени, указанную в [2_LORAN_2_1], при определенных условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - напряженность поля сигналов изменяется от 17,8 мкВ/м до 316 мВ/м (25 дБ/мкВ/м-ПО дБ/мкВ/м). - диапазон изменения уровней сигналов станций, используемых для определения координат, от 0 до 60 дБ. - минимальное соотношение сигнал/шум составляет 10 дБ при поиске сигналов и изменении уровня шумов в диапазоне 4 мкВ/м—5,6 мВ/м (12 дБ/мкВ/м—75 дБ/мкВ/м) - рассогласование огибающей и фазы (ECD) находится в пределах $\pm 2,4$ мкс.

2_LORAN_4
Среднеквадратичная погрешность синхронизации группы импульсов ведущей станции по ГНСС не должна превышать 40 нс.

<i>Примечание к требованию [2_LORAN_4]</i>
Группа импульсов в последовательности, излучаемых с положительным фазовым кодом, синхронизируется с секундной меткой, передаваемой в сигналах ГНСС.

2_LORAN_5
Среднеквадратичная погрешность синхронизации момента времени излучения ведомой станции относительно ведущей станции по сигналам, принимаемым одновременно на ведущей станции и ведомой станции от одного и того же спутника ГНСС не должна превышать 30 нс.

3_LORAN_1

Приемоиндикатор должен отличать сигналы, передаваемые на земных волнах, от сигналов на пространственных волнах, принимаемых в рабочей зоне, и должен осуществлять синхронизацию при наличии помехи от пространственной волны, принимаемой с задержкой от 37,5 мкс до 60 мкс и напряженностью поля от 12 дБ до 26 дБ соответственно. Задержки приема и напряженности поля измеряются относительно сигнала на земной волне.

4_LORAN_1

Должна быть предусмотрена предупредительная сигнализация, указывающая на

- мерцание любой из используемых станций.
- потерю сигнала.
- обнаружение ошибки опознавания периода высокочастотного колебания.