

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра математического обеспечения
и применения ЭВМ

ОТЧЕТ ПО НИР

**Тема: Математическая модель и программная реализация алгоритма
обнаружения аномалии частоты нейро-нечёткой сети**

Студентка гр. 4303

Колосова О.В.

Преподаватель

Санкт-Петербург

2019

ЗАДАНИЕ
НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ

Студентка Колосова О.В.

Группа 4303

Тема НИР: Математическая модель и программная реализация алгоритма обнаружения аномалии частоты на нейро-нечёткой сети

Задание на НИР:

Получение новых или углубление уже имеющихся научных знаний и достижений в определенной области.

Дата сдачи отчета: 27.12.2019

Дата защиты отчета: 27.12.2019

Студентка

Колосова О.В.

Преподаватель

АННОТАЦИЯ

Научно-исследовательская работа (НИР) представляет собой деятельность, цель которой – получение новых или углубление уже имеющихся научных знаний и достижений в определенной области.

НИР – важная составляющая и необходимое условие подготовки квалифицированных специалистов.

SUMMARY

Research work (NIR) is an activity whose purpose is to obtain new or deepen existing scientific knowledge and achievements in a specific field.

NIR is an important component and a necessary condition for the training of qualified specialists.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Научно-исследовательская работа	6
1.1. Предметная область	6
1.2. Фазовая автоподстройка частоты	6
1.3. Определение проблемы	8
1.4. Аналогии и их недостатки	8
Заключение	10
Список использованных источников	11

ВВЕДЕНИЕ

С ростом требований к точности навигации повышаются требования к стабильности частоты бортовых генераторов навигационной системы ГЛОНАСС. Выполнение данных требований является сложной задачей, так как погрешность частоты квантовых генераторов может иметь два состояния: номинальное и аномальное (т.е. состояние с непрогнозируемой погрешностью). Для обнаружения аномалий частоты бортовых генераторов используется фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Недостатком ФАПЧ является отсутствие гибкости обнаружения, т.е. сама конструкция устройства способна обнаружить только большие скачки. Для обнаружения малых необходимо менять конструкцию устройства, увеличивать количество понижающих фильтров, что приводит к увеличению времени обнаружения и вероятности обнаружения ложной тревоги.

1. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

1.1. Предметная область

Предметная область – радиотехника, конкретнее, средства фазовой автоподстройки частоты генераторов (ФАПЧ), формулирующих на своём выходе гармонический (синусоидальный сигнал).

1.2. Фазовая автоподстройка частоты

Фазовая автоподстройка частоты — это система, спроектированных и связанных между собой нескольких компонентов в схеме отрицательной обратной связи.

Петлю ФАПЧ используют в системах электросвязи, для выполнения различных функций в области электросвязи, таких как:

- Восстановление тактовой частоты
- Восстановление несущей частоты
- Обработка сигнала
- Модуляция сигнала
- Демодуляция сигнала
- Синтез частот
- Генерация сигнала

Чаще всего используют схемы ФАПЧ:

- В приемниках
- В передатчиках
- При передаче цифровых сигналов
- При цифровой модуляции
- При аналоговой модуляции

На рисунке 1 видно, что система ФАПЧ состоит из четырех основных блоков: усилитель, ГУН, фильтр низких частот ФНЧ, фазовый детектор или компаратор.

Блоки соединены в интегральную схему. У каждого блока предусмотрен внешний вход и выход, которые позволяют связать эти блоки так, как нужно пользователю, выставить коэффициенты усиления усилителя, частоту фильтра низких частот и ГУН.

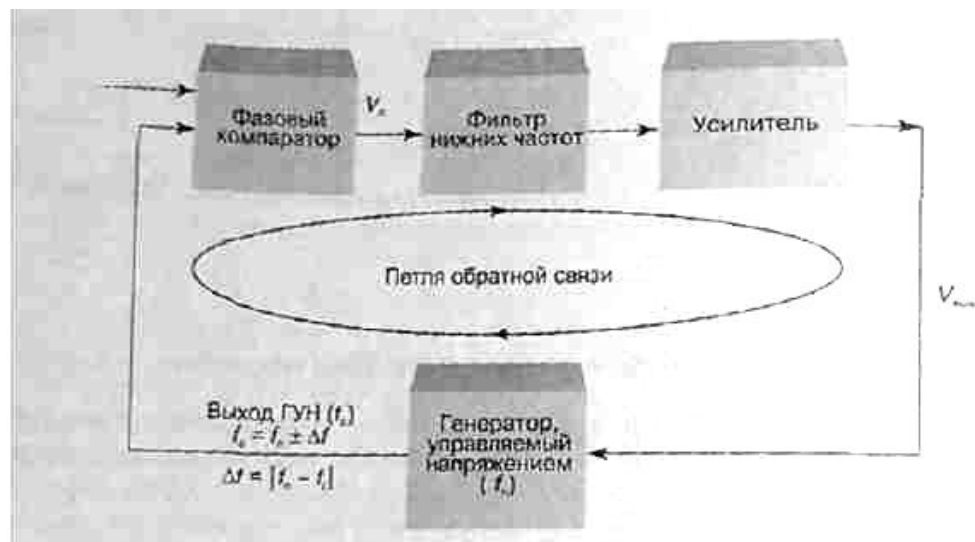


Рисунок 1 Структурная схема петли ФАПЧ

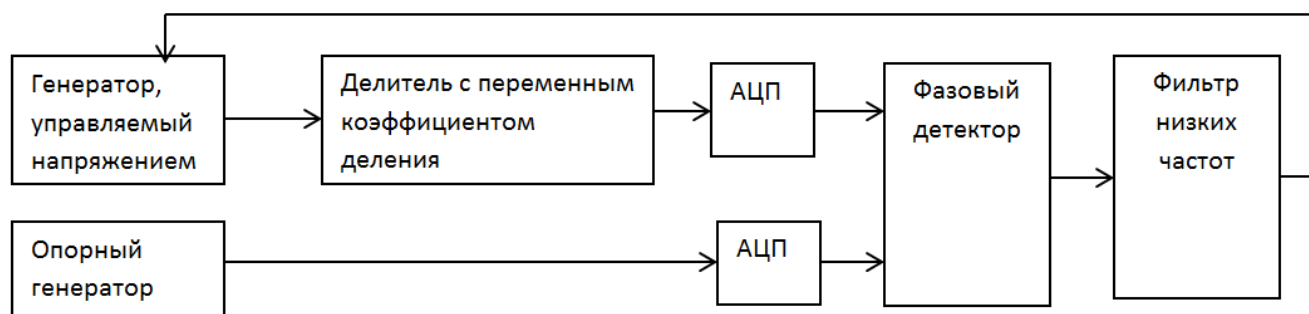


Рисунок 2 Классическая система ФАПЧ

В состав фазовой автоподстройки частоты входят последовательно соединенные элементы: опорный и подстраиваемый генераторы, аналого-цифровые преобразователи, фазовый детектор, понижающий фильтр, цифровой синтезатор, модуль анализа и обработки сигналов, генератор управляемый напряжением. Реализация метода осуществляется следующим образом. Пройдя через аналого-цифровые преобразователи, выходные сигналы генераторов поступают на вход фазового детектора, где фаза сигнала подстраиваемого генератора сравнивается с фазой сигнала опорного. Полученный сигнал разности проходит через понижающий фильтр и используется в генераторе управляемом напряжением для формирования сигнала подстройки.

1.3. Определение проблемы

В классической ФАПЧ при практическом осуществлении возникают проблемы стабилизации частоты выходного сигнала подстраиваемого генератора в условиях кратковременного пропадания опорного сигнала или возникновения в нём частотных флуктуаций различного рода. Для исправления этой проблемы нужно добавить дополнительный блок в классическую систему ФАПЧ, как показано на рисунке 3, который будет обрабатывать полученные измерения.

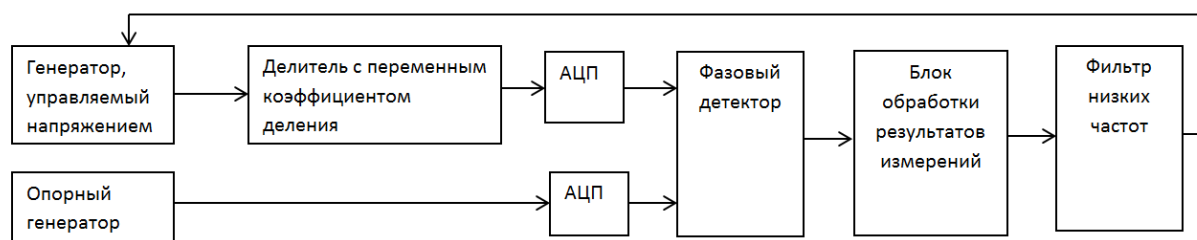


Рисунок 3 Измененная система ФАПЧ

1.4. Аналоги и их недостатки

Наиболее известные методы решения проблемы:

✓ Метод наименьших квадратов

Это метод, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных.

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2,$$

$$\text{где } a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}, \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n} - \text{коэффициенты прямой.}$$

Суть данного метода заключается в следующем. На первом этапе анализа берется «m» выборок и находится среднее отклонение частоты, на основе которого прогнозируются следующие флуктуации. Параллельно расчету выборок ведется реальное измерение текущей ошибки. На следующем этапе находится разность между предсказанным значением ошибки и реально измеренным. Если полученный результат разности находится в пределах диапазона флуктуаций сигнала, то скачок обнаружен.

Недостатком способа является то, что размерность обнаруживаемого скачка зависит от количества выборок: чем больше выборок, тем больше размерность скачка, т.е. меньше точность определения флуктуаций.

✓ **Фильтр Калмана**

Это рекурсивный фильтр, оценивающий вектор состояния динамической системы, который использует ряд неполных и зашумленных измерений.

Фильтр позволяет обнаружить флуктуации разного рода и спрогнозировать будущее состояние системы в виде управляющего сигнала без ошибок измерений.

Формирование сигнала прогнозирования требует времени для накопления статистических данных и вычислительные затраты.

✓ **Вариация Аллана**

Это метод анализа временных последовательностей для определения характеристик шумов в функции осредненного времени.

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \delta_{0i}^2}{2(n-1)}},$$

где δ_{0i} – значение относительной вариации измеренного значения частоты при i -м измерении;

n – число измерений.

После получения достаточного количества информации Вариацию Аллана можно использовать для расчета распределения шумов при различных временных усреднениях.

При возникновении скачка фазы или частоты, измерения сбиваются и дают ложные показания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения научно-исследовательской работы были углублены знания о предметной области, выявлены проблемы и разработан способ решения данной проблемы. Также были рассмотрены аналоги решения данной проблемы, уже существующие на рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки частоты, Москва: Связь, 1972.- 447с.
2. Томаси У. Электронные системы связи, Москва: Техносфера, 2007.- 1360с.
3. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Фазовая автоподстройка частоты, Москва: Связь, 1966.- 336с.
4. Бернард Скляр Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, М: Вильямс, 2004 - 1098 стр.
5. Риле Ф. Стандарты частоты. Принципы и приложения / Пер. с англ. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 512 с.
6. Дьяконов В.П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров, М.: ДМК Пресс, 2011. -976 с.
7. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статической теории обработки наблюдений, М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1962.- 349 с.