DOI: 10.17117/na.2015.08.846

Поступила (Received): 29.08.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.08.846.pdf>

Лернер И.М., Ильин Г.И., Царев Д.А., Хайруллин М.И. Уравнение для времени установления переходного процесса, вызванного скачком фазы на входе узкополосной линейной системы, при наличии расстройки по частоте (Часть 2)

Lerner I.M., Iliin G.I., Hairullin M.I., Tsarev D.A.

The equation for transient settling time caused by the phase jump
on the input of detuned narrow-band linear system (Part 2)

Ключевые слова: время установления,
узкополосная линейная система, ФМн-п-сигнал

Key words: settling time, narrow-band linear
system, PSK

Лернер Илья Михайлович

Кандидат физико-математических наук, старший
научный сотрудник
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Lerner Ilya Mikhailovich

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior
Researcher
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marx st., 10

Ильин Герман Иванович

Доктор технических наук, заведующий кафедрой
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Iliin German Ivanovich

Doctor of Engineering Sciences, Head of Department
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marx st., 10

Хайруллин Марат Ильхамович

Студент
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Hairullin Marat Ilkhamovich

Student
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marx st., 10

Царев Дмитрий Александрович

Студент
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Tsarev Dmitrii Aleksandrovich

Student
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marx st., 10

На практике среди радиотехнических систем (РТС) различного назначения широкое применение нашли многопозиционные фазоманипулированные сигналы с п-дискретными состояниями (ФМн-п-сигнал) [1]. Радиолокационные системы, системы передачи информации, системы спутниковой навигации

относятся к радиотехническим системам использующие многопозиционные фазоманипулированные сигналы с n -дискретными состояниями. В многих из этих систем в радиотракте применяются узкополосными линейными системами (УЛС), у которых АЧХ и ФЧХ являются симметричными относительно резонансной частоты (среднегеометрической – для полосовых фильтров).

Необходимость работы со скоростью максимально близкой к пропускной способности данных систем послужила причиной работать при переходных процессах [2]. Особое внимание при рассмотрении переходных процессов стоит обратить на расстройку по частоте, дополнительно искажающую сигнал [3], проходящий через УЛС, что несомненно влияет на помехоустойчивость РТС.

Детальный анализ переходного процесса при расстройке по частоте при скачках фазы и амплитуды гармонического колебания был проведен в работе [3]. Однако, для построения реальных фазовых РТС, использующих современные цифровые методы обработки информации, необходимо решить обратную задачу: при неизвестной величине и знаке расстройки по частоте, заданной конструкции сигнальных созвездий необходимо определить значение передаваемого информационного символа за счет анализа искаженного принимаемого ФМн- n -сигнала. На данный момент эта задача не решена.

В первой части данной работы было получено уравнение, которое позволяет определить время t_n , когда для медленно меняющейся фазы переходного процесса, вызванного скачком фазы гармонического колебания на входе УЛС ($Q > 15$) при наличии расстройки по частоте, выполняется условие $\psi_{\pm}(t_n) = \theta - \alpha$

$$1 - \frac{\sin \alpha}{2 \sin \theta} = z_k(\Delta \omega, t_n, \pm(\theta - \alpha)), \quad (3)$$

где θ – половина значения скачка фазы, α – значение, на которое отличается медленно меняющееся фаза $\psi_{\pm}(t_n)$ от стационарного значения $+\theta$ в момент времени t_n ; функция $z_k(\Delta \omega, t, \pm(\theta - \alpha))$ – есть модифицированная функция $\text{Re } \dot{B}_0(j\Delta \omega, t)$, определяемая для УЛС согласно [4], в которой производится замена тригонометрических множителей, содержащих $\Delta \omega t$ на $\Delta \omega t \pm (\theta - \alpha)$, где верхний знак соответствует положительной, а нижний отрицательной расстройке.

В данной части работы производилось исследование функции $z_k(\Delta \omega, t, \pm(\theta - \alpha))$ путем численного моделирования в среде Matlab. Анализ данной функции и её свойств проводился для УЛС, приведенных в работе [4]. В результате анализа результатов моделирования выявлены следующие общие свойства:

1. В момент начала переходного процесса ($t = 0$) функция

$$z_k(\Delta \omega, 0, \pm(\theta - \alpha)) = 1 - \cos(\theta - \alpha). \quad (4)$$

2. В момент окончания переходного процесса ($t = \infty$) функция

$$z_k(\Delta \omega, \infty, \pm(\theta - \alpha)) = 1 \quad (5)$$

3. Ход кривых функции $z_k(\Delta\omega, t, \pm(\theta - a))$ при положительной и отрицательной расстройке различен.

4. Ход кривых функции $z_k(\Delta\omega, t, \pm(\theta - a))$ для различных значений $\pm(\theta - a)$ является разным, что позволяет рассуждать о возможности восстановления параметров передаваемого символа на каждом временном отрезке ФМн-п-сигнала при наличии расстройки по частоте.

Список используемых источников:

1. Худяков Г.И. Оценка пропускной способности каналов авиационной цифровой электросвязи // Электросвязь. 2009. № 5. С. 37-38.
2. Золотарев И.Д., Миллер Я.Э. Переходные процессы в колебательных системах и цепях. М.: Радиотехника, 2010. 304 с.
3. Лернер И.М., Ильин Г.И. Анализ переходного процесса, вызванного скачком амплитуды и фазы радиоимпульса на входе узкополосной линейной системы // Радиотехника и электроника, 2012. Т. 57. №2. С. 192-206.
4. Евтянов С.И. Переходные процессы в приемно-усилительных схемах. М.: Связьиздат, 1948. 221 с.

© 2015, Лернер И.М., Ильин Г.И., Царев Д.А.,
Хайруллин М.И.

Уравнение для времени установления переходного
процесса, вызванного скачком фазы на входе
узкополосной линейной системы, при наличии
расстройки по частоте (Часть 2)

© 2015, Lerner I.M., Iliin G.I., Hairullin M.I.,
Tsarev D.A.

The equation for transient settling time caused
by the phase jump on the input of detuned
narrow-band linear system (Part 2)