

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

На правах рукописи

УДК 621.3.011.711 (043)

Софронюк
Алина Александровна

ФОРМИРОВАНИЕ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЧАСТОТНО-
ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ЛИНЕЙНЫХ ЗВЕНЬЕВ

Специальность 1-45 80 01 «Системы сети и устройства телекоммуникаций»

Автореферат на соискание степени магистра технических наук

Научный руководитель

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
доцент Ильинков В. А.

Минск, 2017

РЕФЕРАТ

ФОРМИРОВАНИЕ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ЗВЕНЬЕВ: диссертация на соискание степени магистра технических наук / А.А. Софронюк. Минск: БГУИР, 2017. Пояснительная записка 77с., ил. 22, список использованных источников 20 наим.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ЛИНЕЙНЫЕ ЗВЕНЬЯ, ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГРАММА

Проведен сравнительный анализ методов математического моделирования линейных звеньев систем телекоммуникаций во временной и частотных областях, а также на комплексной плоскости, сравнительный анализ программ математического моделирования линейных звеньев систем телекоммуникаций. Разработаны обобщенные математические модели общего и специального видов линейных звеньев на комплексной плоскости, алгоритмы преобразований математических моделей и расчета частотных характеристик.

Разработаны схемы программы оболочки и основных программ процедур, в соответствии с которыми разработана многофункциональная программа моделирования линейных звеньев (на языке программирования С#). С помощью программы выполнено моделирование, преобразование и расчёт характеристик звеньев.

ВВЕДЕНИЕ, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

В настоящее время средства телекоммуникаций развиваются огромными темпами. Появляется отрыв в развитии и проникновении новых технологий в различные сферы деятельности пользователей, телекоммуникации помогают пользователю уже не только в коммуникации человек - человек, но и в коммуникации человек - бытовые предметы, человек - автомобиль. Ускорение развитие "умных предметов" расширяет влияние систем телекоммуникаций на жизнь человека.

Невозможно представить современную науку без широкого применения математического моделирования, суть которого состоит в замене исследуемого сложного объекта его простым образом – математической моделью, которая повторяет все основные свойства исследуемого объекта, и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Этот метод сочетает в себе достоинства, как теории, так и эксперимента, поскольку работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью дает возможность относительно быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в различных ситуациях [1]. В то же время вычислительные эксперименты позволяют, опираясь на мощь современных вычислительных методов и технических средств информатики, позволяют более подробно и глубоко изучать объекты, чем при чисто теоретических подходах. Так же достоинством математического моделирования является возможность изучать объекты, которые должны быть созданы, т.е. сначала строится и изучается модель, а после того как она успешно пройдет теоретическую и экспериментальную проверку, на ее основе создается сам объект.

В виду отмеченных фактов становится вопрос важности и возможности изучения линейных телекоммуникационных звеньев. Актуальность разработанного ПО заключается в возможности создания любых моделей ТК звеньев, применяемых в различных ТК устройствах

Цель и задачи исследования

Цель работы

Разработка многофункциональной программы моделирования линейных звеньев для формирования, преобразования и расчета частотно-временных характеристик.

Задачи исследования

- провести сравнительный анализ методов и программ математического моделирования линейных звеньев телекоммуникационных систем;
- разработать математические модели преобразования линейных

телекоммуникационных звеньев;

- разработать алгоритм расчета частотно-временных характеристик для математических моделей линейных звеньев;

- разработать схемы программы-оболочки и основных программ процедур.

Объект и предмет исследования

Объект исследования

Математические модели линейных телекоммуникационных звеньев.

Предмет исследования

Методы и алгоритмы описания и преобразования математических моделей линейных звеньев.

Методология и методы проведенного исследования

В работе использованы методы теории функций комплексной переменной, частотные и временные методы анализа звеньев систем телекоммуникаций, математическое моделирование.

Научная новизна и значимость полученных результатов

Разработаны удобные математические модели описания и преобразования при моделировании линейных звеньев, обеспечивающие программно-аппаратную реализацию многофункциональной программы.

Практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов

На базе выведенных математических моделей разработана программа математического моделирования линейных телекоммуникационных звеньев, пригодная для самостоятельного применения и в составе пакета программ моделирования системы телекоммуникаций в целом.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава «Сравнительный анализ методов и программ математического моделирования линейных телекоммуникационных звеньев» включает в себя теоретическую основу описания линейных телекоммуникационных звеньев, а так же описание программного обеспечения предназначенного для их математического моделирования.

В подразделе 1.1 «Виды звеньев в системах телекоммуникаций» рассматривается обобщенный вид телекоммуникационных звеньев, с кратким описанием свойств каждого звена.

В подразделе 1.2 «Математическое моделирование линейных звеньев во временной области» рассматривается математическая модель реакции звена, на различного рода воздействия на его вход (импульсная и переходная характеристика). Далее рассматривается взаимосвязь между математическими моделями данных реакций.

В подразделе 1.3 «Математическое моделирование линейных звеньев в частотной области» рассматривается комплексная передаточная функция – наиболее часто применяемая модель описания звена в частотной области.

В подразделе 1.4 «Математическое моделирование линейных звеньев на комплексной плоскости» рассматриваются свойства линейных звеньев СТК на комплексной плоскости с помощью операторной передаточной функции $K(p)$, которая представляет собой отношение Лапласовского изображения реакции линейного звена к изображению произвольного воздействия, вызвавшего ее, при нулевых начальных условиях.

В подразделе 1.5 «Сравнительный анализ программ математического моделирования звеньев систем телекоммуникаций» производится анализ программного обеспечения, предназначенного для моделирования математических моделей.

Вторая глава «Разработка математических моделей описания линейных звеньев и расчета их частотных характеристик» включает в себя разработку математических моделей описания звена общего и специального вида, а так же алгоритма формирования частотных характеристик для звена каждого вида.

Третья глава «Разработка алгоритмов преобразования математических моделей линейных звеньев» включает в себя разработку алгоритмов преобразования ФНЧ прототипа в модели ФВЧ, ПФ, ЗФ, перемножение моделей.

Четвертая глава «Разработка многофункциональной программы моделирования линейных звеньев систем телекоммуникаций» включает в себя: разработку схемы оболочки программы, описывающей режимы ее работы; схем

основных программ-процедур, а именно принцип работы библиотек звеньев и алгоритм создания новых звеньев; разработку функционала стационарной и оперативной библиотек и принцип взаимосвязи между ними. В разделе так же описывается краткая техническая характеристика разработанной многофункциональной программы моделирования линейных звеньев и обоснования выбора платформы и языка программирования.

Пятая глава «Моделирование частотных характеристик конкретных линейных звеньев» демонстрирует результаты работы разработанного программного модуля на примере построения частотных характеристик и преобразование случайно выбранных ФНЧ прототипов звеньев С0615РС и С0720Т.

Заключение отображает краткие выводы по каждой главе диссертации, и дает краткую характеристику проделанной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При написании диссертации была изучена литература по теме телекоммуникационные звенья и возможности их моделирования. Рассматривались программы по моделированию звеньев и возможности их применения, в результате было определено, что разрабатываемая программа имеет преимущества перед некоторыми из них, а именно, более простое восприятие и управление для пользователя и др.

В ходе написания диссертации проведен анализ формирования математических моделей и возможности преобразования математических моделей в математические модели линейных звеньев другого типа. Определен алгоритм расчета частотных и временных характеристик для математических моделей линейных звеньев, произведено сравнение полученных алгоритмов и выведена их закономерность.

Для написания программы были рассмотрены возможности различных платформ и языков программирования. Среди рассматриваемых языков выбран язык C#, как наиболее удобный для написания кода.

Проведена разработка следующих алгоритмов для написания программного кода:

- алгоритм работы программного модуля, содержащего библиотеки звеньев;
- алгоритм взаимодействия библиотек звеньев;
- алгоритм создания, редактирования и преобразования математических моделей и их запись в библиотеки;
- алгоритм формирования частотных и временных характеристик звеньев, с отображением их на экране пользователя.

Разработанное программное средство позволяет упростить процедуру моделирования линейных телекоммуникационных звеньев. Дает возможность пользователю визуально анализировать характеристики звеньев и преобразовывать их в звенья другого вида. Также позволяет уменьшить временные затраты на обучение пользователей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Список использованных источников

[1] Васильев, К.К. Математическое моделирование систем связи : учебное пособие / К.К. Васильев, М.Н. Служивый. – 2-изд., перераб. и доп. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 170с.

[2] Ильинков, В.А. Моделирование линейных свойств звеньев и сигналов в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / В.А. Ильинков, Н.И. Беленкевич, В.Е. Романов. – Минск : БГУИР, 2005.–102с.

[3] Ильинков, В.А. Математическое моделирование линейных искажений в телевизионных системах: метод. пособие / В.А. Ильинков. – Минск : МРТИ, 1992. – 48с.

[4] Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов / И.С. Гоноровский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1986. – 512с.

[5] Ильинков, В.А. Математическое моделирование сигналов систем телекоммуникаций / В.А. Ильинков, Н.И. Беленкевич. // Известия Белорусской инженерной академии. Современные средства связи.: Материалы конференции. Спец. Выпуск. – 2000. – № 1(9)/1. – С. 126 – 127.

[6] Лаврентьев, М.А., Методы теории функций комплексного переменного / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – М.: Наука, 1987. – 688с.

[7] Яблоков, Д. Программа для расчета и моделирования фильтров FilterLab – Режим доступа: <http://www.microchip.ru/>.

[8] Стешенко, В. Анализ сигналов и систем. Пакет SystemView компании Elanix / В. Стешенко, Р. Загидуллин, С. Карутин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sm.bmstu.ru/>.

[9] Шипулин, С. Тенденции и перспективы развития ПЛИС и их применение при проектировании ЦОС / С. Шипулин, В. Стешенко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compitech.ru/>.

[10] Кутузов, О. И. Моделирование телекоммуникационных систем / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dvo.sut.ru/>.

[11] Дьяков, В.П. Vis Sim + Mathcad + MATLAB. Визуальное математическое моделирование / В.П. Дьяков. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 74с.

[12] Семененко, М.Г. Математическое моделирование в MathCAD / М.Г. Семененко. – М.: Альтекс, 2003. – 143с.

[13] Зааль, Р. Справочник по расчету фильтров / Р. Зааль; пер. с нем. – М. : Радио и связь, 1983. – 752с.

[14] Борисов, Ю.П. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств / Ю.П. Борисов, В.В. Цветнов. – М.: Радио и связь, 1985. – 176с.

[15] Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей / А.Ф. Белецкий. - Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2017. – С. 54 – 61с.

[16] Ильинков, В.А. Моделирование линейных искажений в телевизионных системах / Радиотехника и электроника. / В.А. Ильинков – Минск : Выш. школа, 1989. – Вып.18. – С. 11 – 16.

[17] Ильинков, В.А. Метод расчета реакции линейной системы на периодическое и непериодическое воздействие / В.А. Ильинков, А.И. Ильинкова // Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика. - 1999. - №3. – С. 33 – 38.

[18] Ильинков, В.А. Многофункциональная программа моделирования искажений в телекоммуникационных системах / В.А. Ильинков, В.Е. Романов, А.В. Румянцев // Тез. докл. Межд. конф. «Автоматизация проектирования дискретных систем». – Минск, 1995. –116с.

[19] Троелсен, Э. С# и платформа .Net. Библиотека программиста / Э. Троелсен; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2004. – 796с.

[20] Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. / Дж. Рихтер; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2013. – 896с.

Список публикаций соискателя

[А-1] Софронюк, А.А. Формирование, преобразование и расчет частотно-временных характеристик математических моделей линейных звеньев / А.А. Софронюк // 53-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2-6 мая 2017 г., г.Минск. – Минск.: УО БГУИР, 2017.