

Смирнов Александр Александрович, Дворовой Максим Олегович, Сатдинов Айрат Иршатович,
Прасько Григорий Александрович

МОДЕЛИ ФЛУКТУАЦИЙ РАДИОСИГНАЛА В СПУТНИКОВЫХ РАДИОЛИНИЯХ

В статье рассматривается методология моделирования флуктуаций радиосигнала в спутниковой радиолинии на основе Марковской цепи с $N+2$ состояниями, которая учитывает совместное влияние различных метеорологических эффектов на передаваемый в спутниковых радиолиниях радиосигнал. Приводятся классификация существующих моделей флуктуации радиосигнала и их краткое описание.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2016/4/26.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2016. № 4 (106). С. 113-116. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/4/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almavac@gramota.net

УДК 621.396

Технические науки

В статье рассматривается методология моделирования флуктуаций радиосигнала в спутниковой радиолинии на основе Марковской цепи с $N+2$ состояниями, которая учитывает совместное влияние различных метеорологических эффектов на передаваемый в спутниковых радиолиниях радиосигнал. Приводятся классификация существующих моделей флуктуации радиосигнала и их краткое описание.

Ключевые слова и фразы: спутниковые радиолинии; моделирование радиосигнала; метеорологические эффекты; метеорологические модели; марковские модели.

Смирнов Александр Александрович, к.т.н.

Дворовой Максим Олегович, к.т.н.

Сатдинов Айрат Иршатович, к.т.н.

Прасько Григорий Александрович, к.т.н.

Военная академия связи имени С. М. Буденного, г. Санкт-Петербург

PrGrigoriy@yandex.ru

МОДЕЛИ ФЛУКТУАЦИЙ РАДИОСИГНАЛА В СПУТНИКОВЫХ РАДИОЛИНИЯХ

В настоящее время одним из важных направлений совершенствования систем связи специального назначения можно считать расширение возможностей по информационному обеспечению потребителей на всех уровнях управления. Внедрение новых видов информационных услуг позволит более эффективно решать поставленные перед ними задачи. Отсюда возрастают требования, предъявляемые к скорости передачи информационных потоков.

Высокие скорости передачи информационных потоков невозможно обеспечить в С-диапазоне и Ku-диапазоне, следовательно, необходимы более высокие частоты, например, Ka-диапазон (20-30 ГГц) и V-диапазон (40-50 ГГц). Однако как только мы переходим в эти диапазоны, так сразу сталкиваемся с проблемой влияния на канал распространения различных метеорологических факторов, таких как дождь, облака, снег, град, туман. Эти факторы приводят к тому, что с повышением рабочей частоты затухание на радиолинии начинает быстро расти, а следовательно, надежность связи падает. Для того чтобы решить эту проблему, мы должны научиться предсказывать, наблюдать и анализировать процесс замираний.

В этой статье рассматривается одна из моделей, позволяющих «разыгрывать» процесс замираний, а следовательно, и анализировать его.

В настоящее время разработано много моделей, позволяющих моделировать флуктуации радиосигнала в спутниковых радиолиниях (Рис. 1).

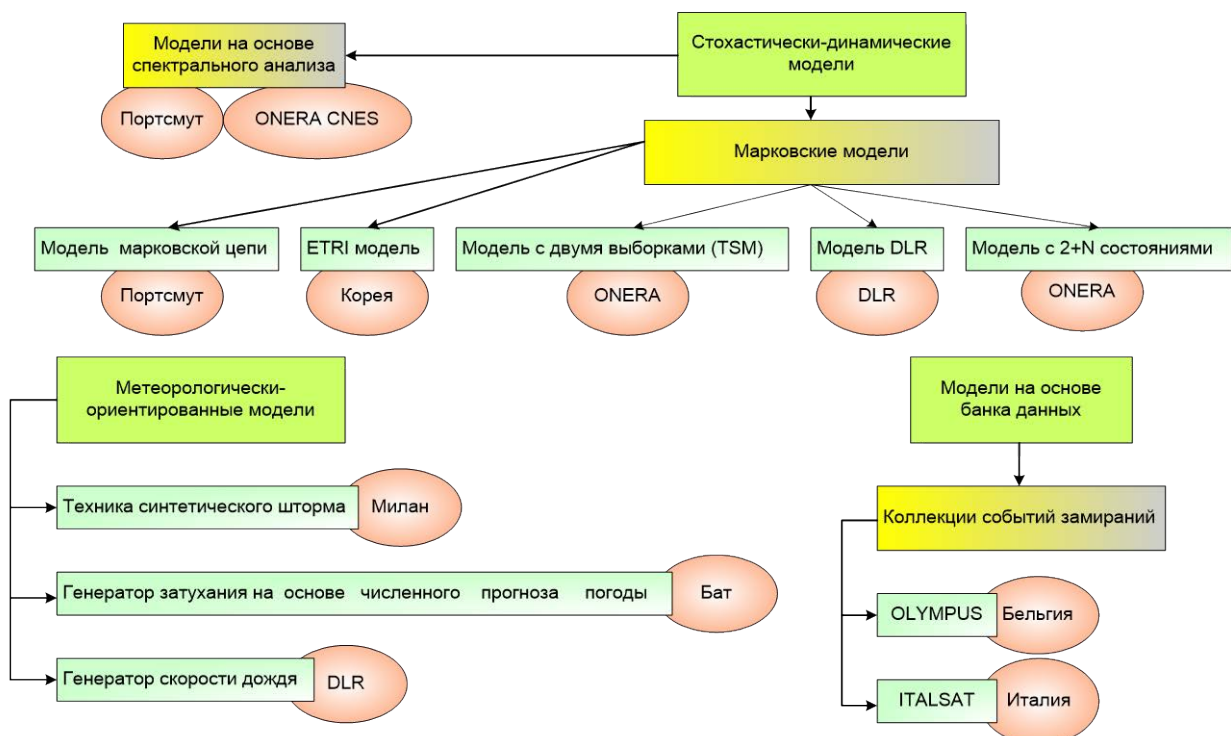


Рис. 1. Классификация моделей флуктуаций радиосигнала

Метеорологически-ориентированные модели

Метеорологически-ориентированные модели представляют собой модели, которые основаны на реальных измерениях событий замирания радиосигнала. События замирания радиосигнала делятся на классы в соответствии с их максимумами и затем масштабируются по частоте, поляризации, углу места и т.д. Далее осуществляется процедура определения весов различных классов событий замираний для получения функции распределения затухания в дожде для определенной радиолинии.

Главная проблема использования метеорологически-ориентированных моделей заключается в трудности доступа к базам данных событий замираний и отсутствии баз данных, ориентированных на физико-географические условия России.

Марковские модели

Второй класс стохастически-динамических моделей – марковские модели. Известны две разновидности: модель ДЛР и модель с $(2+N)$ состояниями.

Модель ДЛР разработана Космическим агентством Германии. Данная модель основана на совместном использовании марковских цепей и гауссовских случайных величин. Входными параметрами для этой модели служат частота передачи, угол места и климатическая зона.

Модель ДЛР синтезирует замирания с частотой дискретизации 60 секунд, дает возможность анализировать не только сам процесс замирания, но и учитывать периоды между замираниями. На Рис. 2. показан пример моделирования событий замирания на 10 дней вперед.

Модель ДЛР обладает двумя существенными недостатками:

- низкая степень детализации процесса замирания;
- отсутствие простого перехода к моделированию временных рядов, характеризующих физико-географические и климатические условия России.

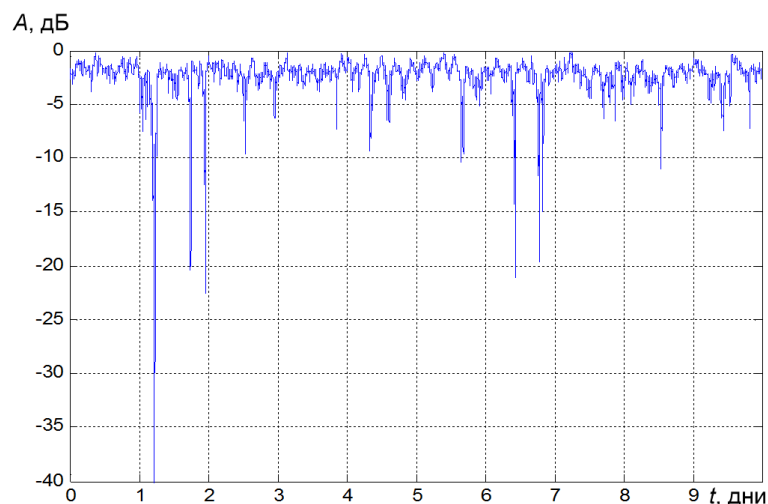


Рис. 2. Пример моделирования на ДЛР модели

Из множества моделей интерес представляет модель, которая основывается на марковских процессах. Рассмотрим методологию моделирования флуктуаций сигнала (процесса замираний), основанную на марковской цепи с $N + 2$ состояниями. Достоинство данной модели заключается в том, что она позволяет моделировать процессы замираний для любого региона. Эту модель разработал Французский научно-исследовательский центр *ONERA*. Она представляет для нас практический интерес, так как очень легко трансформируется в модель управляемой марковской цепи, а это, в свою очередь, дает возможность разработки алгоритмов, позволяющих более экономично использовать ресурс ретранслятора.

Процесс моделирования включает в себя три этапа:

- 1-й этап – создание макромоделей с 2-мя состояниями;
- 2-й этап – создание микромоделей с N состояниями;
- 3-й этап – объединение этих двух моделей.

1-й этап заключается в определении моментов времени, когда возможны появления замирания. Для этого построим марковскую цепь с двумя состояниями: состоянием, когда нет замирания, и состоянием, когда есть замирание. Процесс возникновения замирания – случайный. Мы предполагаем, что данный случайный процесс обладает свойством марковости. Марковский случайный процесс – это случайный процесс, в котором текущее состояние зависит только от предыдущего. На этом этапе наша задача состоит в том, чтобы определить периоды времени, когда может возникнуть замирание и когда его не будет. Следовательно, вектор вероятности можно записать в виде $\pi(t) = (p_0, p_1)$, где $p_0 = 1 - p_1$ – вероятность отсутствия замирания, а p_1 – вероятность появления замирания. Исходя из свойств цепей Маркова, можно записать матрицу переходных вероятностей [1]:

$$P = \begin{pmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-p_{01} & p_{01} \\ p_{10} & 1-p_{10} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Сделав допущение о том, что вероятность нахождения в любом состоянии цепи есть величина постоянная для рассматриваемого периода времени, можно записать:

$$p_{01} = \frac{p_1}{1-p_1} p_{10}. \quad (2)$$

Таким образом, предполагая, что переходная матрица описывается только двумя параметрами, p_1 и p_{10} , где p_{10} – вероятность перехода из состояния замирания в состояние без замирания, можно «разыграть» цепь Маркова и получить возможные моменты времени, когда будут появляться замирания. Здесь следует сделать важное замечание. Для того чтобы «разыграть» цепь Маркова, применялось имитационное моделирование и использовался генератор случайных чисел с равномерным распределением. Результат моделирования носит случайный характер. Каждый раз, «разыгрывая» модель, мы будем получать новые реализации процесса. Приблизительность модели нас вполне устраивает, так как нам важны сама динамика процесса и усредненные данные по длительности замираний с учетом климатологии.

Результат моделирования представлен на Рис. 3.

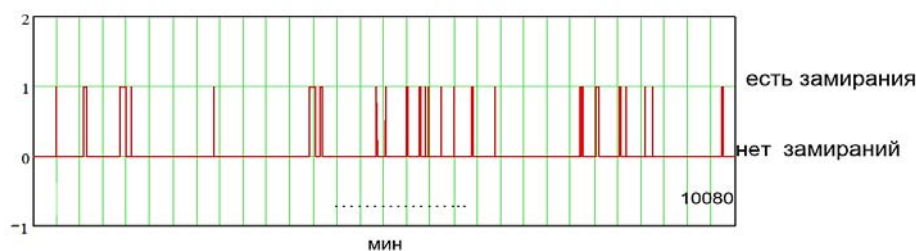


Рис. 3. Временная последовательность с 2-мя состояниями

Цель 2-го этапа заключается в создании канальной модели, которая будет генерировать события затухания, характеризующиеся длительностью замирания и максимумом затухания. Предполагаем, что максимум затухания $A_{\max} = 20$ дБ, а минимум $A_{\min} = 1$ дБ. Выбираем шаг дискретизации $\delta a = 0,05$ дБ. Из этих данных по формуле (3) можно определить необходимое количество состояний:

$$N = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{\delta a} + 1. \quad (3)$$

Марковский процесс требует начального состояния, которое можно задать вектором начального состояния $\pi(0) = (1 \ 0 \ \dots \ 0)$. В заключение этого этапа необходимо заполнить матрицу переходных вероятностей:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N1} & \dots & \dots & p_{NN} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Кривая замирания содержит в себе всю необходимую информацию для заполнения матрицы [2]. После того как матрица будет заполнена, остается только ее «разыграть». Пример моделирования показан на Рис. 4.

3-й этап состоит в объединении макромоделей и микромоделей. Таким образом, мы можем моделировать процесс замираний на длительном интервале времени: от нескольких часов до года.

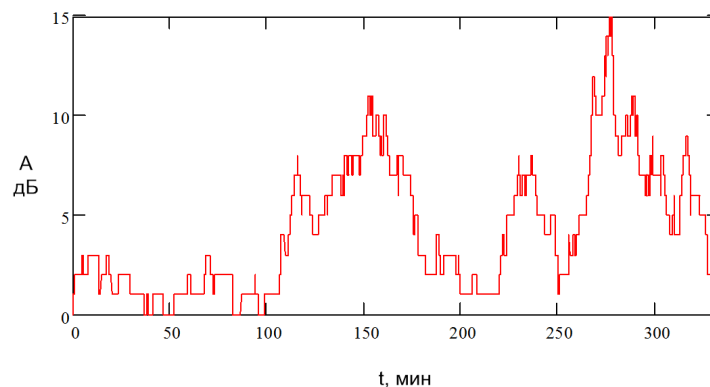


Рис. 4. Пример замираний для марковской цепи с 380 состояниями

Представленное в этой статье моделирование при переходе к управляемой марковской цепи и использованию соответствующего алгоритма для управления процессом передачи сообщений может позволить повысить эффективность использования пропускной способности ретранслятора при построении сетей спутниковой связи.

Список литературы

1. **Castanet L., Deloues T., Lemorton T.** Channel Modeling Based on N-state Markov Chains for Satcom Systems Simulation [Электронный ресурс]. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?reload=true&arnumber=1353590&newsearch=true&queryText=Castanet%20L.,%20Deloues%20T.,%20Lemorton%20T.%20Channel%20Modeling%20Based%20on%20N-state%20Markov%20Chains%20for%20Satcom%20Systems%20Simulation> (дата обращения: 08.04.2016).
2. **Van de Kamp M. M. J. L.** Statistical Analysis of Rain Fade Slope // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 2003. Vol. 51. № 8. P. 1750-1759.

MODELS OF RADIO SIGNAL FLUCTUATIONS IN SATELLITE RADIO LINKS

Smirnov Aleksandr Aleksandrovich, Ph. D. in Technical Sciences
Dvorovoi Maksim Olegovich, Ph. D. in Technical Sciences
Satdinov Airat Irshatovich, Ph. D. in Technical Sciences
Pras'ko Grigorii Aleksandrovich, Ph. D. in Technical Sciences
S. M. Budjonny Military Academy of the Signal Corps in Saint Petersburg
PrGrigoriy@yandex.ru

The article discusses the methodology of modelling radio signal fluctuations in satellite radio link on the basis of Markov chain with N+2 states that takes into account the combined influence of various meteorological effects on the radio signal transmitted in satellite radio links. The authors give a classification of the existing models of radio signal fluctuations and their brief description.

Key words and phrases: satellite radio links; modelling of radio signal; meteorological effects; meteorological models; Markov models.

УДК 069:001.12

Культурология

В статье рассматриваются возможности реконструкции для демонстрации современных научных исследований в коммуникативном пространстве технического музея. Анализируется существующий опыт воссоздания в музее исторического и социального контекста для формирования иммерсивной среды. По мнению автора, обращение к данному методу способствует актуализации научного знания для широкого круга посетителей.

Ключевые слова и фразы: технические музеи; контекстуальность; реконструкция; научные достижения; иммерсивная среда; ЦЕРН; Большой адронный коллайдер.

Филякова Александра Константиновна

Санкт-Петербургский государственный институт культуры
Afilyakova@gmail.com

**РЕКОНСТРУКЦИЯ КАК СРЕДСТВО ПРЕЗЕНТАЦИИ
НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ МУЗЕЯХ**

Еще со времен А. К. Катрмера де Кэнси вопрос необходимости демонстрации предметов в их родном контексте остается открытым. Современная музеология придерживается полярных позиций в оценке этой проблемы. Например, по мнению Т. П. Калугиной, смысл музеефикации как раз в том, что прошлое является в настоящем всего «лишь обломком, неким элементом, который имеет значение в настоящем как нецелостный, неаутентичный образ того, чем в действительности было прошлое» [2, с. 155]. В свою очередь, чешский музеолог Ян Долак, напротив, указывает на то, что музеи сегодня зачастую пренебрегают включением предметов в какой-либо контекст, понятный посетителю. Ведь если создатель средневековой посуды не был художником, то его посуда (ее осколки) должна занять ту позицию, где она может сообщить зрителю то, что он желает знать. Поэтому необходимо двигаться от объяснений (как понимать) к инструкции (как использовать), и здесь контекст играет далеко не последнюю роль [1, с. 110-111].

Схожей точки зрения придерживается и директор Манчестерского музея футбола Кевин Мур, отмечая, что «в процессе деконтекстуализации и изъятия из среды существования музейный предмет неизбежно