

УДК 6297.014;621.39

А.С. ВАСИЛЕНКО, Ю.В. СЪЕДИН, Д.В. ШИШКИН

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ СТРАТОСФЕРНЫХ РЕТРАНСЛЯТОРОВ - АЭРОПЛАТФОРМ

Совершенствование современных телекоммуникационных средств в последние десятилетия предполагает широкое применение прогрессивных технологий систем связи и навигации на базе высокоподнятых стратосферных аэроплатформ длительного использования. Проекты таких систем усиленно разрабатываются ведущими промышленными странами. В работе проведено аналитическое исследование актуальной проблемы в плане практической реализации новых технологий, связанной с выяснением информационных возможностей комплекса действующих ретрансляторов – аэроплатформ при их ремонте и переоснащении. Записаны и решены линейные дифференциальные уравнения и проанализированы зависимости для возможного диапазона изменения начальных условий. В результате получены зависимости количества информации и динамики информационного обмена в процессе эксплуатации. Показано, что для действующей телекоммуникационной системы характерен линейный закон увеличения количества информации с течением времени. Все это подтверждает перспективность разработки анализируемой системы связи.

Ключевые слова: информационные возможности, коэффициент эффективности затрат, характеристическое уравнение, количество стратосферных ретрансляторов – аэроплатформ, количество информации.

Введение

В комплексе проблем, решение которых обуславливает совершенствование современных телекоммуникационных средств, в последние десятилетия усиленно исследуется возможность создания прогрессивных технологий систем связи и навигации на базе высокоподнятых стратосферных аэроплатформ длительного использования.

Это обусловлено следующими их достоинствами: отсутствием космической подсистемы запуска и наземной измерительной системы, существенно меньшими эксплуатационными затратами на обслуживание по сравнению со спутниковыми подсистемами, повышенной скрытностью и ограниченностью несанкционированного доступа и др.

Проекты таких систем усиленно разрабатываются ведущими промышленными странами, поскольку они будут использоваться не только как платформы для ретрансляторов систем связи, включая цифровое радио - и телевидение, но и в качестве средств наблюдения (мониторинга) за поверхностью Земли, движением наземных, воздушных и морских объектов.

В основе исследований рассматривается сеть высотных беспилотных летательных аппаратов из 10...12 ретрансляторов – аэроплатформ, которые

обеспечат надежную связь на всем пространстве Украины [1, 2].

Важными показателями таких высокоподнятых аэроплатформ являются достаточно оперативное дистанционное управление, возможность быстрого ремонта и переоснащения современной аппаратурой.

В связи с этим актуальной задачей является анализ информационных возможностей такой телекоммуникационной системы.

При этом важно оценить динамику информационного обмена в процессе эксплуатации, которая зависит от соотношения между общим количеством действующих ретрансляторов – аэроплатформ и их количеством, пребывающем в ремонте или на переоснащении.

Анализ информационных возможностей

Так как информационные возможности, а следовательно, и динамика развития таких комплексов зависят от соотношения действующих и восстанавливаемых аэроплатформ, то для анализа введем следующие обозначения:

$A(t)$ – общее количество стратосферных ретрансляторов – аэроплатформ, которые обеспечивают прием, передачу, обработку и отображение информации;

$B(t)$ – количество стратосферных ретрансляторов – аэроплатформ, которые пребывают в ремонте или на переоснащении.

Относительная скорость увеличения количества действующих ретрансляторов – аэроплатформ определяется выражением:

$$X = \frac{1}{A(t)} \cdot \frac{dA(t)}{dt}. \quad (1)$$

Количество ретрансляторов – аэроплатформ, пребывающих в ремонте или переоснащении $B(t)$ возрастает пропорционально количеству действующих $A(t)$ с неким коэффициентом пропорциональности Z :

$$\frac{dB(t)}{dt} = ZA(t). \quad (2)$$

Так как возрастание $B(t)$ сопровождается уменьшением $A(t)$, то общее уравнение будет иметь вид:

$$\frac{dA(t)}{dt} = XA(t) - yB(t), \quad (3)$$

где y – коэффициент, характеризующий степень влияния $B(t)$ на $A(t)$ [3].

Воспользовавшись системой уравнений (2) и (3), продифференцируем левую и правую части уравнения (3), подставив в него уравнение (2), получим:

$$\frac{d^2A(t)}{dt^2} = X \frac{dA(t)}{dt} + yZA(t) = 0. \quad (4)$$

Если обозначим через $N(t)$ – информационные возможности, а K_3 – коэффициент эффективности затрат, то

$$A(t) = K_3 N(t).$$

Воспользуемся зависимостью между количеством действующих ретрансляторов – аэроплатформ и их информационными возможностями [3, 4], перепишем уравнение (4) в виде:

$$\frac{d^2N(t)}{dt^2} = X \frac{dN(t)}{dt} + yZN(t). \quad (5)$$

Запишем для решения уравнения (5) его характеристическое уравнение:

$$\lambda^2 - x\lambda + yz = 0. \quad (6)$$

Общее решение уравнения (5) имеет вид:

$$N(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}, \quad (7)$$

где C_1 и C_2 – постоянные величины (константы), определяемые из начальных условий.

Для устойчивого возрастания информационных возможностей необходимо выполнить условие $X^2 \geq 4yZ$.

Так, если $X^2 > 4yZ$, то корни уравнения (6) действительные и разные и тогда информационные возможности изменяются в соответствии с уравнением (7).

Если же $X^2 = 4yZ$, то корни уравнения (6) действительные и равные:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = 0,5x$$

и при этом:

$$N(t) = (C_1 + C_2) e^{0,5xt}. \quad (8)$$

Учитывая, что количество информации, измеряемое в натуральных единицах, $I = \ln N$ [2], для удобства оценок перейдем от натуральных единиц к битам и на основании формулы (6) определяем, что при $X^2 > 4yZ$ количество информации

$$I(t) = 1,443 \ln(C_1 e^{\lambda t} + C_2 e^{\lambda t}). \quad (9)$$

При $X^2 = 4yZ$ на основании формулы (8) выражение для оценки количества информации принимает вид:

$$I(t) = 1,443 [\ln(C_1 + C_2) + 0,5xt]. \quad (10)$$

Анализ формул (9) и (10) показывает, что выполняя вышеуказанные условия, можно ожидать возрастания количества информации, которая принимается, обрабатывается и передается в комплексах системы стратосферы ретрансляторов – аэроплатформ.

В наиболее неблагоприятных начальных условиях при $t=0$ (в период запуска и формирования системы ретрансляторов – аэроплатформ) количество информации $I(t)=0$. Самая низкая скорость увеличения количества информации будет при $X^2 = 4yZ$. Если система комплекса ретрансляторов уже используется (действует), то на основании уравнения (10) $I(t) = I(0) + 0,7215xt$, т.е. наблюдается линейный закон увеличения количества информации.

Такие показатели информативности анализируемых телекоммуникационных систем в процессе эксплуатации служат доказательством кардинальности решения проблем повышения надежности и качества связи.

Заключение

Проведенный анализ позволил оценить информационные возможности и динамику информационного обмена в эксплуатируемой телекоммуникационной системе. Характерным является линейный закон увеличения информации с течением времени эксплуатации. Это подтверждает целесообразность разработки и эксплуатации перспективных стратосферных ретрансляторов – аэроплатформ.

Литература

1. Калмыков В.В. Радиосистемы передачи информации / В.В. Калмыков, В.А. Васин, В.В. Калмыков, А.И. Себенин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 472 с.

2. Илюшко В.М. Система передачи данных на основе высотных беспилотных летательных аппаратов / В.М. Илюшко, Т.Н. Нарытник, А.В. Смоляков // Винахідник і раціоналізатор. – 2004. – № 5. – С. 16-21.

3. Бичковський В.О. Перспективи розвитку

аеростатних радіоелектронних комплексів / В.О. Бичковський // Наука і оборона. – 2007. – № 1. – С. 58-60.

4. Тепляков И.М. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: учебн. пос. / И.М. Тепляков. – М.: Радио и связь, 2004. – 375 с.

Поступила в редакцию 12.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой 502 В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ІНФОРМАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ СТРАТОСФЕРНИХ РЕТРАНСЛЯТОРІВ – АЕРОПЛАТФОРМ

А.С. Василенко, Ю.В. С'єдін, Д.В. Шишкін

Удосконалення сучасних телекомунікаційних засобів в останнє десятиріччя викликає необхідність широкого застосування прогресивних технологій систем зв'язку і навігації на базі високо піднятих стратосферних аероплатформ довгострокового використання. Проекти таких систем інтенсивно розробляються передовими промисловими країнами. В роботі проведено аналітичне дослідження актуальної проблеми в плані практичної реалізації нових технологій, пов'язаної зі з'ясуванням інформаційних можливостей комплексу діючих ретрансляторів – аероплатформ при їх ремонті та переоснащенні. Записані і розв'язані лінійні диференціальні рівняння для можливого діапазону змін початкових умов. В результаті отримані залежності кількості інформації і динаміки інформаційного обміну в процесі експлуатації. Показано, що для діючої телекомунікаційної системи справедливий закон збільшення кількості інформації впродовж часу роботи системи. Все це доказує перспективність розробки аналізованої системи зв'язку.

Ключові слова: інформаційні можливості, коефіцієнт ефективності витрат, характеристичне рівняння, кількість стратосферних ретрансляторів – аероплатформ, кількість інформації.

INFORMATIVE POSSIBILITIES OF TELECOMMUNICATION FACILITIES WHICH BASE ON SYSTEM OF STRATOSPHERE RELAYS - AEROPLATFORMS

A.S. Vasilenko, U.V. Sedin, D.V. Shishkin

Perfection of modern telecommunication facilities in the last decades supposes the wideuseing of progressive technologies of communication and navigation networks which base on high-heaved up the stratosphere aeroplatforms of the protracted use. The projects of such systems are increased developed by leading industrial countries. In this work actual problem of practical realizathion of new technologies had examned, also problem is connect with finding informative possibilities of complex of operating relays at their repair and retooling. Linear differential lev-elings had wroten down and decided, dependences are analysed for the possible range of measuring of initial conditions. As result dependences of information and dynamic of informative exchange in process of exploitation were got. Work shows, that for the operating telecommunication system inherently the linear law of increase of information content in time. All it confirms perspective of development communication network that is analysing.

Key words: informative possibilities, coefficient of efficiency of expenses, characteristic equalization, amount of stratosphe rerelays – aeroplatforms, information content

Василенко Анатолий Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства радиоэлектронных систем летательных аппаратов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Сьєдін Юрій Владимирович – студент 4 курса факультета радиоэлектронных систем летательных аппаратов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Шишкін Дмитрій Викторович – студент 3 курса факультета радиоэлектронных систем летательных аппаратов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.