

within to artificial intelligence theory. This work describes decision tree for solution classification problem of store employees under hand-building and by object-oriented programming language Python. We considered an example of decision tree for solution of Iris-Fisher data set classification problem, described hand-build tree and tree build by Python, and concern with implementation of decision trees over different software systems.

Keywords: decision tree, attribute, entropy, information gain, Phyton, Deductor, Orange Canvas.

DOI: 10.18469/ikt.2016.14.1.10

Miftakhova Alfiya Ashatovna, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, 23 Lev Tolstoy str., Samara 443010, Russian Federation; PhD Student of the Department of Information Systems and Technologies. Tel.: +79377950195. E-mail: miftaxovaaa@mail.ru.

References

1. Vasil'ev V.I., SHarabyrov I.V. Obnaruzhenie atak v lokal'nykh besprovodnykh setyakh na osnove intellektual'nogo analiza dannykh [Detection of attacks on local wireless networks based on data mining]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2014, vol. 151, no. 2, pp. 57-67.
2. Mironov S. *Sovremennye metody analiza dannykh* [Modern methods of data analysis]. Available at: http://old.ci.ru/inform05_02/p_04.htm (accessed 10.08.2015)
3. *Metody i sredstva analiza dannykh* [Methods and tools for data mining] Available at: http://bourabai.ru/tpoi/analysis.htm#D0.90.D0.BB.D0.B3.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.82.D0.BC_C4 (accessed 10.08.2015)
4. Miftakhova A.A. Realizatsiya algoritma s 4.5 intellektual'nogo analiza dannykh, osnovannogo na derev'yakh reshenij [Implementation of algorithm 4.5 data mining based on decision trees]. *Trudy 12 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy teorii i praktiki sovremennoj nauki»* [Proc. 12th Int scientific and practical conference «Problems of the theory and practice of modern science»], Neftekamsk, 2015, pp. 113-120.
5. Segaran T. *Programmiruem kollektivnij razum* [Programmable collective intelligence]. SPb, Simvol-Plus Publ., 2008. 368 p.
6. Python 2.7.6 Release. Available at: <https://www.python.org/download/releases/2.7.6/> (accessed 11.08.2015)
7. Behstens D.E.H., Van Den Berg V.M., Vud D. *Nejronnye seti i finansovye rynki: prinyatie reshenij v togovykh operatsiyakh* [Neural networks and financial markets: decision-making in trade]. Moskov, TBP Publ., 1997. 236 p.
8. Deductor. Prodvinutaya analitika bez programmirovaniya. Available at: <http://basegroup.ru/deductor/description> (accessed 11.08.2015). (In Russ.)
9. Orange.Data Mining - Fruitful and Fun. Available at: <http://orange.biolab.si/> (accessed 11.08.2015).
10. Pal'mov S.V., Miftakhova A.A. Realizatsiya derev'ev reshenij v razlichnykh analiticheskikh sistemakh [Implementation of decision trees in a variety of analytical systems]. *Perspektivy nauki*, 2015, vol. 64, no. 1, pp. 81-87.

Received 20.08.2015

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.397.2.037.372

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕЩАНИЯ В СТАНДАРТЕ DVB-T2 СО ВСТАВКОЙ РЕГИОНАЛЬНОГО КОНТЕНТА

Карякин В.Л., Карякин Д.В., Морозова Л.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ.

E-mail: vl@karyakin.ru

Представлен анализ методов организации вещания первого мультиплекса в стандарте DVB-T2 со вставкой регионального контента в различных вариантах построения одночастотных сетей SFN цифрового наземного вещания РФ. Отмечаются проблемы импортозамещения технологии распределенной модификации программ с использованием реплеисера, поскольку компания Eutelsys Technologies владеет Российским патентом на способ вещания DVB-T2 со вставкой регионального контента и устройство, используемое в этом способе. Недостатком применяемых в РФ технических решений по реализации задачи доставки региональной версии первого мультиплекса является необходимость вещания совмещенных потоков T2-MI в различных регионах с едиными параметрами, устанавливаемыми в федеральном центре мультиплексирования (ФЦФМ). Отсутствие возможностей выбирать

оптимальные параметры в каждом из регионов приводит в совокупности к проблемам обеспечения необходимых запасов устойчивости работы сетей SFN, оцениваемых коэффициентом битовых ошибок, что может приводить к нарушению нормальной работы сетей (техническим остановкам и техническому браку) и недоиспользованию возможностей создаваемых сетей по скорости передачи информации.

Ключевые слова: стандарт DVB-T2, мультиплекс, федеральная целевая программа, региональный контент, магистральная сеть, региональная сеть, реплейсер, сеть SFN, синхронизация, защитный интервал, модуляция, кодирование.

Введение

Сеть цифрового наземного телерадиовещания РФ в стандарте DVB-T2 предназначена для охвата населения цифровым вещанием пакета телерадиопрограмм первого мультиплекса в соответствии с Федеральной целевой программой [1]. Перечень и порядок следования телерадиопрограмм, входящих в состав первого мультиплекса, определен Указом Президента РФ [2]. При этом обязательные общедоступные ТВ-программы, входящие в состав первого мультиплекса, в каждом из регионов подлежат модификации в соответствии с требованиями вещательных организаций. Вопрос выбора архитектуры распределительной сети цифрового вещания имеет особо важное значение, так как от выбора варианта этой архитектуры напрямую зависит и схема построения одночастотных сетей SFN (Single Frequency Network) цифрового вещания в каждом из регионов, качество и стоимость услуг связи, оказываемых ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (РТРС) вещателям.

Одним из важных критериев качества услуг связи является вероятность технического брака и технических остановок, то есть вероятность нарушений нормальной работы сети цифрового телевизионного вещания. Необходимым условием высокого качества услуг цифрового радиотелевизионного вещания является обеспечение определённого запаса устойчивости сетей SFN по числу битовых ошибок при приеме программ первого мультиплекса в зоне обслуживания [3]. В отличие от DVB-T стандарт вещания DVB-T2 [4] обладает большей гибкостью создаваемых одночастотных сетей SFN и имеет в своем составе ряд особенностей, позволяющих более эффективно осуществлять региональную модификацию телерадиопрограмм, особенно при использовании спутниковой доставки сигналов до передающих станций.

Целью статьи является анализ методов организации вещания первого мультиплекса в стандарте DVB-T2 со вставкой регионального контента в различных вариантах построения сети цифрового наземного вещания РФ, которая состоит из 82 региональных сетей, в центре каждой из которых

расположен региональный центр формирования мультиплексов (РЦФМ).

Федеральная версия первого мультиплекса и ее временные дубли для обеспечения вещания в пяти вещательных зонах: А, Б, В, Г и М должна доставляться до всех РЦФМ по спутниковым линиям связи. Передача сигнала первого мультиплекса по спутниковым линиям связи производится в зашифрованном виде.

Для сравнения различных вариантов построения сети принято, что в каждом регионе, за исключением г. Москвы, Московской области, г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, будут модифицироваться три телерадиоканала: «Россия 1», «Радио России» и «Россия 24» [5].

Состав системы программного замещения сети цифрового эфирного телерадиовещания Российской Федерации стандарта DVB-T2

Система программного замещения сети цифрового эфирного телерадиовещания стандарта DVB-T2 имеет структуру, состоящую из федерального комплекса программного замещения (ФКПЗ) и регионального комплекса программного замещения (РКПЗ).

В состав ФКПЗ (см. рис. 1) входит не только оборудование федерального центра формирования мультиплексов (ФЦФМ), но и часть оборудования федеральных вещательных компаний, в частности оборудование аппаратно-студийного комплекса (АСК), в котором осуществляется генерация управляющих сигналов для системы замещения.



Рис. 1. Схема федерального комплекса программного замещения

В состав регионального комплекса программного замещения входит оборудование регионального центра формирования мультиплекса РЦФМ и оборудование АСК региональных ве-

щательных компаний. Кроме того, в состав РКПЗ может входить дополнительное оборудование [6-7], размещенное непосредственно на радиотелевизионных передающих станциях (РТПС) данного региона, в частности оборудование вставки регионального контента – реплейсер (см. рис. 2).

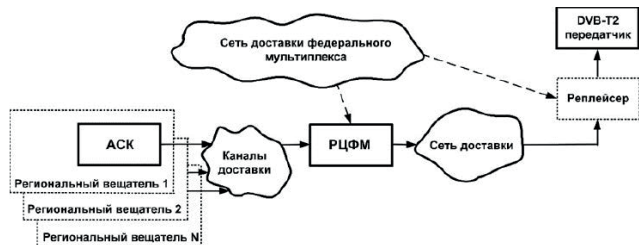


Рис. 2. Схема регионального комплекса программного замещения

3 Схемы построения сети цифрового наземного эфирного вещания

Обобщенная схема сети распространения первого мультимплекса приведена на рис. 3. Здесь введены следующие сокращения: ФЦФМ – федеральный центр формирования мультимплекса; РЦФМ – региональный центр формирования мультимплекса; ФАСК – федеральный аппаратно-студийный комплекс; РАСК – региональный аппаратно-студийный комплекс; ФНМС – федеральная наземная магистральная сеть; РНРС – региональная наземная распределительная сеть; ПЗССС – периферийная земная станция спутниковой связи; ПдУ DVB-S2 – передающее устройство стандарта DVB-S2; ПдУ DVB-T2 – передающее устройство стандарта DVB-T2; ПрУ – приемное устройство стандарта DVB-T2.

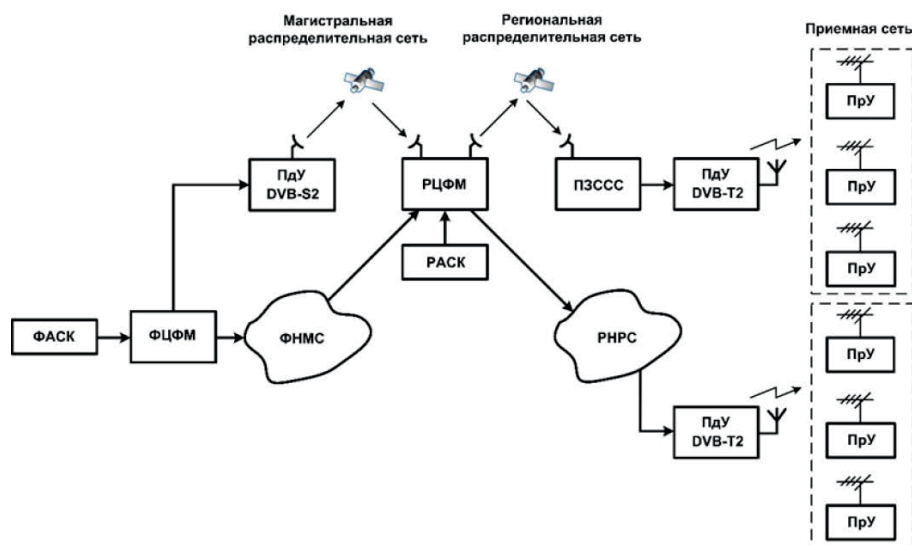


Рис. 3. Обобщенная схема распространения первого мультимплекса

Ниже рассмотрены различные варианты формирования региональной версии первого мультимплекса телерадиовещания и проведен сравнительный анализ этих вариантов с точки зрения технических и финансовых ресурсов, которые потребует реализация каждого из них.

Доставка региональных сигналов в пункты вещания с использованием повторного подъема на спутник. Схема организации вещания приведена на рис. 4. В случае использования данного варианта сигналы федерального мультимплекса со спутника поступают в РЦФМ, где осуществляется замена части программ федерального мультимплекса на региональные. После этого формируется региональная версия первого мультимплекса, состоящая из десяти телевизионных и трех ра-

диопрограмм. Далее осуществляется формирование T2-MI потока и подъем сформированного регионального мультимплекса на спутник для распространения до всех РТПС.

Основной недостаток рассматриваемого варианта – избыточная аренда полосы спутниковой емкости в региональной распределительной сети.

В региональном центре формирования мультимплекса формируется поток для замены трех федеральных программ: «Россия 1», «Радио России» и «Россия 24» на региональные. Для передачи региональных программ требуется полоса 4 МГц, а арендуемая полоса спутниковой емкости в региональной распределительной сети для данного варианта составляет 20 МГц, которая соот-

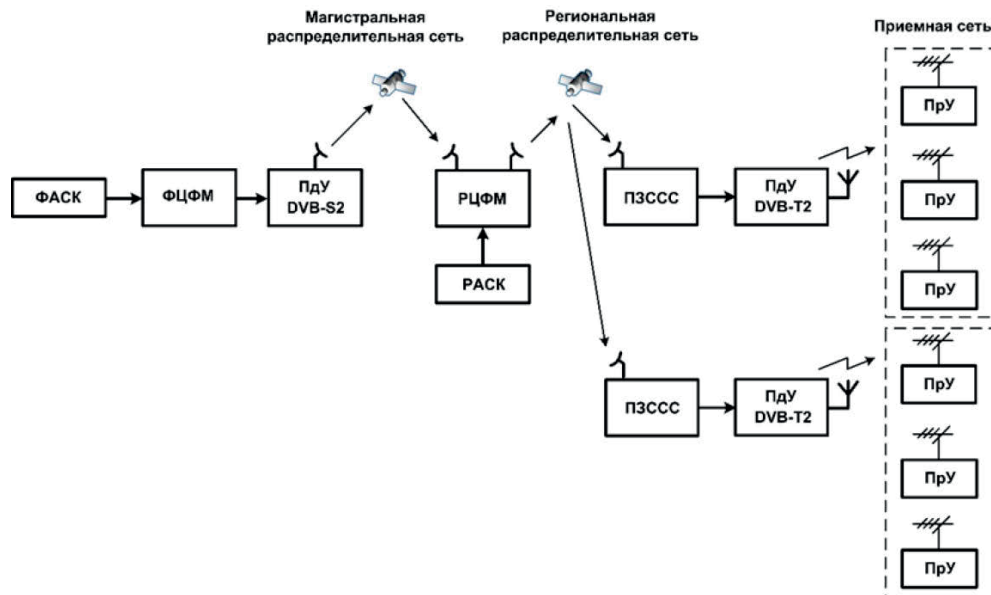


Рис. 4. Схема распространения первого мультиплекса с использованием повторного подъема пакета программ на спутник

ветствует общему потоку из десяти телевизионных и трех радиопрограмм.

Следует отметить, что при частичной модификации восьми ТВ-программ федерального мультиплекса, связанной с региональными рекламными вставками, основной недостаток этого варианта не является столь очевидным. Данный вариант доставки предлагается [5] использовать в Ленинградской области.

Подъем ТВ-каналов с региональными вставками на спутник из региональных центров и

формирование региональных мультиплексов непосредственно в пунктах вещания. Схема организации вещания на основе применения технологии распределенной модификации программ [6-7] приведена на рис. 5. При использовании данного варианта сигналы федерального мультиплекса принимаются в РЦФМ, где осуществляется частичная замена федеральных программ региональными. После этого осуществляется формирование регионального транспортного потока, содержащего только регионально модифи-

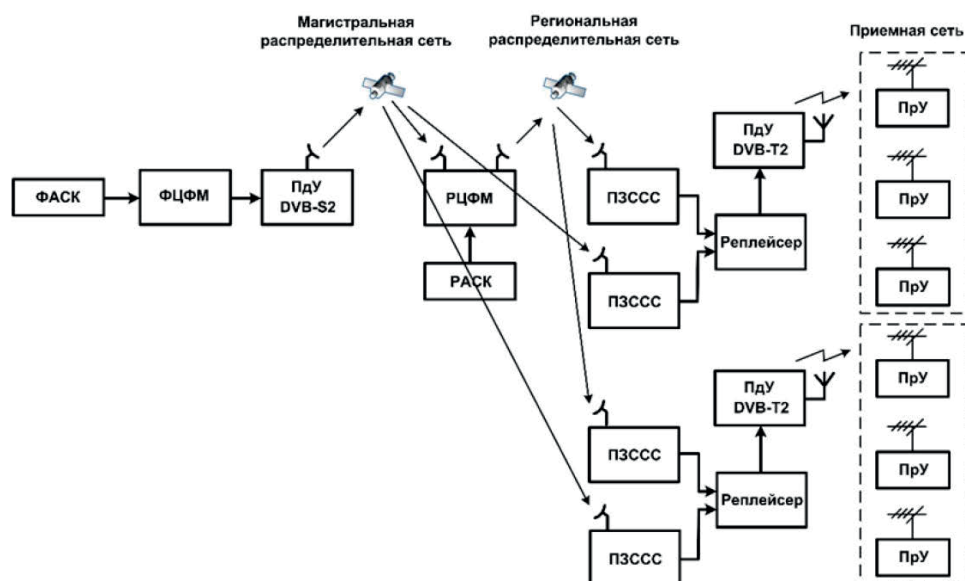


Рис. 5. Схема организации вещания на основе применения технологии распределенной модификации программ

цированные программы. Этот поток с помощью передающей земной станции спутниковой связи поднимается на спутник.

На РТПС осуществляется прием двух цифровых потоков: федерального мультиплекса для данной вещательной зоны и регионального транспортного потока. В реплейсере производится замена части цифровых программ федерального мультиплекса на региональные программы из регионального потока, после чего осуществляется излучение регионального мультиплекса в эфир. Недостатком данного варианта является необходимость дооснащения всех объ-

ектов региона, работающих по данной схеме, дополнительным оборудованием в составе спутникового приемника, реплейсера и спутниковой антенны.

Достоинством данного варианта архитектуры является значительная экономия полосы спутниковой емкости, необходимой для распространения регионального транспортного потока. Использование данного варианта не было предусмотрено системными проектами на сеть цифрового наземного вещания в регионах РФ, однако в настоящее время рекомендовано [5] его применение в 75 регионах.

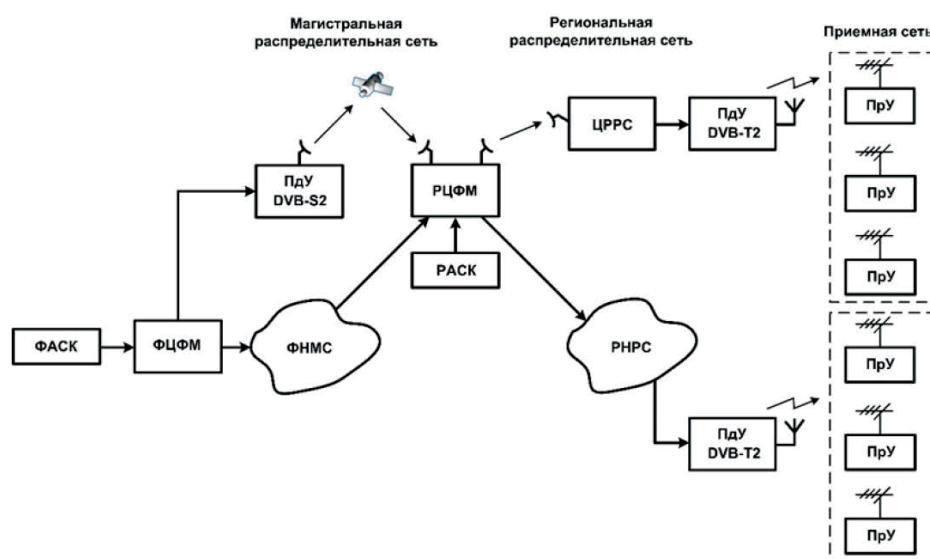


Рис. 6. Схема распространения первого мультиплекса по наземным линиям связи

Доставка региональных мультиплексов цифрового ТВ-вещания в пункты вещания с использованием наземных линий связи. Схема организации вещания приведена на рис. 6. В случае использования данного варианта сигналы федерального мультиплекса со спутника поступают на РЦФМ, где осуществляется замена части ТВ-программ на региональные. После этого формируется региональная версия первого мультиплекса, состоящая из десяти телевизионных и трех радиопрограмм.

Далее осуществляется формирование T2-MI потока. Сформированный таким образом региональный мультиплекс доставляется в пункты вещания по наземным линиям связи, то есть по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) и по цифровым радиорелейным линиям связи (ЦРРЛ).

Наземные цифровые каналы доставки региональных версий первого мультиплекса до объектов вещания предлагается [5] использовать в шести регионах РФ: Еврейская автономная область, Ка-

лининградская, Курская и Московская области, Республика Татарстан, Смоленская область.

Заключение

1. Из рассмотрения различных схем организации вещания в РФ следует, что в настоящее время существует три основных варианта реализации задачи доставки региональной версии первого мультиплекса. Разумеется, ни один из них не может быть избран в качестве универсального для всех регионов.

2. Проблемы применения технологии распределенной модификации программ связаны со значительными затратами на приобретение зарубежного оборудования, разработанного французской компанией Enensys Technologies. Сложность импортозамещения обусловлена необходимостью обеспечения патентной чистоты разработок российских предприятий, поскольку компания Enensys Technologies владеет российским патентом

[7] на технологию распределенной модификации и устройство замещения программ – реплейсер.

3. Недостатком ряда рассмотренных технических решений является необходимость вещания совмещенных потоков T2-MI в различных регионах с едиными параметрами, устанавливаемыми в ФЦФМ. Как отмечалось выше, в отличие от DVB-T стандарт вещания DVB-T2 [4] обладает большей гибкостью создаваемых сетей и имеет в своем составе ряд особенностей, позволяющих более эффективно осуществлять региональную модификацию телерадиопрограмм.

4. Единые параметры, устанавливаемые в ФЦФМ, приводят к ряду проблем, связанных с различными условиями вещания по территориальному расположению передатчиков, по виду и интенсивности воздействия помех, а также благодаря различным климатическим и географическим условиям вещания на территории РФ. В частности, не учитывается территориальное расположение передатчиков в регионах, влияющее на выбор защитного интервала [8]. Метка времени излучения передатчиков должна выбираться исходя из результирующих временных задержек информационного сигнала для обеспечения синхронной работы передатчиков сети SFN [9]. От вида и интенсивности помех, географических условий вещания и режима работы SFN зависит номер шаблона P1-P8 распределенных в кадре несущих частот, вид модуляции, скорость кодирования [3].

5. Отсутствие возможностей выбирать оптимальные параметры в каждом из регионов приводит в совокупности к проблемам обеспечения необходимых запасов устойчивости работы сетей SFN, оцениваемых коэффициентом битовых ошибок BER (Bit Error Rate) [3], что может приводить к нарушению нормальной работы сетей SFN (техническим остановкам и техническому браку) и недоиспользованию возможностей сетей SFN по скорости передачи информации.

Литература

1. Федеральная целевая программа «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на

- 2009-2015 годы», утвержденная Постановлением Правительства РФ №985 от 03.12.2009 г.
2. Указ Президента РФ «Об общероссийских обязательных общедоступных телеканалах и радиоканалах» №1335 от 30 сентября 2012 г.
3. Карякин В.Л. Цифровое телевидение. М.: Солон-Пресс, 2013. – 448 с.
4. ETSI EN 302 755 V1.4.1 (2015-07). Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second-generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2) // Цифровое телевизионное вещание (DVB); Структура кадра канального кодирования и модуляции для второго поколения системы цифрового наземного телевизионного вещания (DVB-T2).
5. Системный проект «Системы вещания телеканалов первого мультиплекса наземной сети эфирного цифрового телевизионного вещания на основе технологии региональной модификации». М, ФГУП НИИР, декабрь 2014 г.
6. Lhermitte R. (FR), Chauviere B. (FR), Denlau E. (FR). Assignee: Enensys Technologies (FR). DVB-T2 broadcasting method with publication the insertion of regional content, and device used in the method. Patent US 2013/0215328 A1, Aug. 22, 2013.
7. Лэрмит Р., Денье Э., Шовьер Б. Заявитель Enensys Technologies (Франция). Способ вещания DVB-T2 со вставкой регионального контента и устройство, используемое в этом способе. Патент RU 2 564 537; заявл. 20.07.2011; опубл. 10.10.2015, бюл. № 28.
8. Карякин В.Л., Карякин Д.В., Морозова Л.А. Оценка качества работы одночастотной сети цифрового телерадиовещания по эхо-диаграмме // Научные труды SWorl. Вып. 2(39), Т. 4. Иваново: Научный мир, 2015. – С. 18-23.
9. Карякин В.Л., Карякин Д.В., Морозова Л.А. Синхронизация информационного сигнала в передатчиках одночастотных сетей цифрового ТВ-вещания // Электросвязь, №9, 2014. – С. 24-28.

Получено 01.02.2016

Карякин Владимир Леонидович, д.т.н., профессор Кафедры радиосвязи, радиовещания и телевидения Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-600-28-94. E-mail: vl@karyakin.ru

Карякин Дмитрий Владимирович, к.т.н., старший системный инженер Российского представительства Juniper Networks (г. Москва). E-mail: dm@karyakin.ru

Морозова Людмила Александровна, к.т.н., доцент Кафедры экономики и организации производства ПГУТИ. E-mail: morozova@rcf.ru

PROBLEMS OF DVB-2 STANDARD TELECASTING WITH REGIONAL CONTENT INSERTION

Karyakin V.L.¹, Karyakin D.V.², Morozova L.A.¹

¹*Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics, 23 L.Tolstoy str., Samara 443010, Russian Federation*

²*Juniper Networks, Inc. (Russia), Smolenskaya pl., Moscow 121099, Russian Federation*

E-mail: vl@karyakin.ru

This work is concerned with methods for the organizing of the First DVB-T2 multiplex with regional content telecasting insertion over various designs of SFN terrestrial broadcasting digital singlefrequency network. We found problem on import substitution of technology for distribution program modification by using replacer because Enensys Technologies is owner of Russian patent of method and device for DVB-T2 broadcasting with regional content telecasting insertion. Disadvantage of used in Russian Federation technical solutions for problem of the First multiplex regional version telecasting is concerned with necessity of coincident T2-MI flow broadcasting in various regions with unified parameters stated by Federal Multiplexing Center. Because it is impossible to set optimal parameters for each region, there is a number of problems of SFN network stability providing, which are defined by bit error ratio. This factor can lead to technical drawbacks and under-utilization of designed network potentialities over bit rate.

Keywords: Standard DVB-T2, multiplex, federal target program, regional content, backbone network, regional network, replacer, SFN network, synchronization, guard interval, modulation, coding.

DOI: 10.18469/ikt.2016.14.1.11

Karyakin Vladimir Leonidovich, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, 23 Lev Tolstoy str., Samara 443010, Russian Federation; Professor of the Department of Radiocommunication, Radiobroadcasting and Television; Doctor of Technical Science, Professor. Tel. +79276002894. E-mail: vl@karyakin.ru

Karyakin Dmitry Vladimirovich, Juniper Networks, Inc. (Russia), 3 Smolenskaya pl., Moscow 121099, Russian Federation; senior systems engineer; PhD in Technical Science. E-mail: dm@karyakin.ru

Morozova Lyudmila Alexandrovna, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, 23 Lev Tolstoy str., Samara 443010, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Radiocommunication, Radiobroadcasting and Television; PhD in Technical Science, Associate Professor. E-mail: morozova@rcf.ru

References

1. Decree of the Russian Government «Development of television and radio broadcasting in the Russian Federation in 2009-2015» of 03.12.2009 №985. (In Russian).
2. Executive Order «About the compulsory nationwide public television and radio channels» of 30.09.2012 №1335. (In Russian).
3. Karjakin V.L. *Tsifrovoe televidenie* [Digital television]. Moscow, Solon-Press Publ., 2013. 448 p.
4. ETSI EN 302 755 V1.4.1 (2015-07) «Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)».
5. System project «Broadcasting systems of first multiplex channels of terrestrial network of broadcasting digital television broadcasting based on regional modification technology». Moscow, Federal State Unitary Enterprise «Institute of Radio», 2014.
6. Richard Lhermitte, Benoit Chauviere, Eric Denlau. *DVB-T2 broadcasting method with publication the insertion of regional content, and device used in the method*. Patent US 2013/0215328 A1, Aug. 22, 2013.
7. Ljermir Rishar, Den'e Jerik, Shov'er Benua. *DVB-T2 broadcasting method with insertion of regional content and device used in said method*. Patent RU2564537, 2015.
8. Karjakin V.L., Karjakin D.V., Morozova L.A. *Ocenka kachestva raboty odnochastotnoj seti cifrovogo teleradioveshhanija po jeho-diagramme* [Estimation of the quality of a single frequency network for digital broadcasting by echo chart]. *Nauchnye trudy SWorld*, 2015, no. 2, pp. 18-23.
9. Karjakin V.L., Karjakin D.V., Morozova L.A. *Sinkhronizatsiya informatsionnogo signala v peredatchikakh odnochastotnykh setey tsifrovogo TV-veshchaniya* [Synchronization of information signal in transmitters of single frequency networks of digital TV broadcasting]. *Elektrosvyaz*, 2014, no. 9, pp. 24-28.

Received 01.02.2016