

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ПРОВАЙДЕРА УСЛУГ IPTV С КОМБИНАЦИЕЙ РЕЖИМОВ UNICAST И MULTICAST

В.В. Червинский^{1*}

¹Донецкий национальный технический университет,
Донецк, 83001

*Адрес для переписки: tscherwi@mail.ru

Информация о статье

УДК 621.39

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Червинский В.В. Алгоритм оптимизации сети провайдера услуг IPTV с комбинацией режимов UNICAST и MULTICAST // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4. № 4. С. 102–110. DOI:10.31854/1813-324X-2018-4-4-102-110

Аннотация: В статье проведен обзор современных подходов по предоставлению услуги цифрового телевидения IPTV. Проанализированы различные режимы трансляции видеопотоков – Unicast и Multicast, перечислены их достоинства и недостатки. Рассмотрены проблемы, которые могут возникнуть при проектировании сети с предоставлением услуги IPTV для провайдеров. Разработан алгоритм оптимизации сети провайдера IPTV с комбинацией режимов Unicast и Multicast на основе генетических методов. Детально описана работа алгоритма и его основные операторы. Приведены примеры использования разработанного генетического алгоритма в задачах оптимизации инфокоммуникационных сетей путем имитационного моделирования.

Ключевые слова: услуга цифрового телевидения IPTV, Интернет-провайдер, видеопоток, трансляция, оптимизация, генетический алгоритм, инфокоммуникационная сеть, режим Multicast, режим Unicast, проектирование, имитационное моделирование.

Введение

В настоящий момент многие Интернет-провайдеры дополнительно предлагают своим клиентам услугу цифрового телевидения IPTV [1, 2]. Для трансляции ТВ-каналов через IP-сеть существуют два основных метода передачи IPTV-трафика: Unicast и Multicast. Каждый из них использует различные типы назначения IP-адресов и, соответственно, существует большая разница в степени их влияния на объем потребляемого трафика. Unicast-трафик направляется из головной станции к одному IP-адресу назначения и используется для передачи каждому абоненту персонального потока, в соответствии с выбранным им для просмотра ТВ-каналом. Этот адрес принадлежит в сети только одному компьютеру или абонентскому STB. Поэтому если два или более абонента одновременно просматривают один и тот же канал, потоки в сети будут дублироваться, что увеличивает требуемую пропускную способность сети пропорционально количеству абонентов услуги IPTV. Значит, количество Unicast-абонентов ограничено пропускной способностью сети.

Multicast-трафик используется для передачи потокового видео, когда одну и ту же программу смотрят большое число абонентов [3]. В этом случае, в любом месте сети определенный ТВ-канал транслируется только одним потоком, который будет разветвляться в узлах. При этом видео-контент доставляется неограниченному числу абонентов, не перегружая сеть.

Multicast-адреса не могут быть назначены индивидуально компьютерам (или STB): при передаче данных по одному из Multicast IP-адресов, абонент может их принимать или не принимать. Таким образом, головное оборудование IPTV-оператора при трансляции одного ТВ-канала передает один единственный поток данных по многим адресам назначения.

Таким образом, Multicast-режим имеет явные преимущества по объему передаваемого IPTV-трафика. Но, у этого режима есть и недостатки: требуются маршрутизаторы, поддерживающие Multicast. Эти маршрутизаторы используют протокол IGMP для отслеживания текущего состояния групп рассылки и требуют тщательной настройки, что часто затрудняет задачу быстрой и качественной пере-

стройки всей сети. Они стоят дороже обычных коммутаторов и не всегда хорошо работают с разнотипным абонентским оборудованием.

Таким образом, выбор Unicast- или Multicast-режима провайдером при проектировании сети для всех или определенных групп абонентов – задача непростая, для решения которой желательно иметь возможность предварительной оценки требуемой пропускной способности для передачи через сеть IPTV-трафика, а также возможность быстрой оценки параметров сети при различных вариантах ее построения, то есть оптимизации структуры сети IPTV для конкретных условий.

Анализ работ [2, 4, 5] показал, что на сегодня исследованию вопросов планирования и оптимизации сетей провайдеров, предоставляющих услугу IPTV, уделяется немало внимания. Это подтверждается значительным количеством публикаций и обусловлено тем, что данная тематика охватывает очень широкий спектр задач в самых различных областях. Существует много изданий, которые классифицируют и раскрывают различные способы и методы проектирования, однако в большинстве случаев они используют сильно упрощенные методики, дающие большое разногласие с практикой. Также существует дефицит средств автоматизированного проектирования в данной сфере. С учетом вышеизложенного, исследование и разработка алгоритмов и методов оптимизации сетей доступа для провайдеров, предоставляющих услугу IPTV в режимах Unicast и Multicast, и оценка их эффективности является актуальной задачей.

Математический аппарат оптимизации сети провайдера услуг IPTV

Разработка математического аппарата для данной задачи оптимизации предполагает выполнение следующих традиционных этапов: составление математической модели объекта оптимизации; выбор критерия оптимальности и составление целевой функции; установка возможных ограничений, которые должны накладываться на переменные; выбор метода оптимизации.

Основными критериями оценки качества для сети провайдера услуг IPTV могут выступать приведенные затраты на создание и эксплуатацию системы; характеристики надежности функционирования сети; минимизация загруженности отдельных участков при передаче трафика в целом и IPTV-трафика в частности. В работах [6, 7] проведен детальный анализ IPTV-трафика в сетях провайдеров соответствующих услуг, предложены методики по его расчету для различных режимов передачи – Unicast и Multicast, с учетом активности абонентов, типов видеоформатов, кодеков и количества транслируемых ТВ-каналов.

При наличии большого количества абонентов IPTV их можно разделять на отдельные группы, внутри которых будет поддерживаться режим Unicast и будут использоваться обычные коммутаторы. Эти группы, в свою очередь, могут подключаться к магистральным Multicast-маршрутизаторам, и, соответственно, на крупных магистралях будет передаваться трафик в Multicast-режиме. Тем самым, на магистралях будет требоваться минимальная пропускная способность для передачи IPTV-трафика. Следовательно, определение провайдером, какие узлы в сети доступа будут поддерживать режим Multicast, а какие – Unicast (как параметры решения) для определенных групп абонентов – задача частной оптимизации структуры сети, для решения которой необходима количественная оценка.

Допустимой областью существования параметров здесь является вся совокупность коммутационных узлов сети доступа провайдера. В ходе решения задачи оценки учитываются следующие факторы:

- количество уровней в иерархии коммутационных узлов сети доступа и коммутационных узлов на каждом уровне иерархии;
- распределение абонентов услуги IPTV между коммутационными узлами нижнего уровня иерархии;
- количество транслируемых ТВ-каналов;
- тип видеоформата и кодека для каждого из транслируемых ТВ-каналов;
- рейтинг каждого или основных ТВ-каналов.

Критерий оптимальности структуры сети определяется математической моделью структуры сети доступа провайдера для предоставления услуги IPTV. Пример структуры такой сети приведен на рисунке 1.

Сеть доступа имеет иерархическую структуру, состоящую из k уровней коммутационных узлов: в приведенном примере 3 уровня ($k = 3$). Количество коммутационных узлов на каждом уровне обозначено через N_{SNi} , где $i = 1, k$.

Имеющиеся связи между коммутационными узлами различных уровней отражены в матричной форме. Для связей между уровнями 1 и 2 используется матрица L^1 размерностью $N_{SN1} \times N_{SN2}$:

$$L^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где значение 1 элемента L^1_{ij} обозначает наличие связи между i -ым коммутационным узлом уровня 1 и j -ым коммутационным узлом уровня 2.

Аналогично составляются матрицы L^1, \dots, L^k . Очевидно, что матрица $L^k = [0]$.

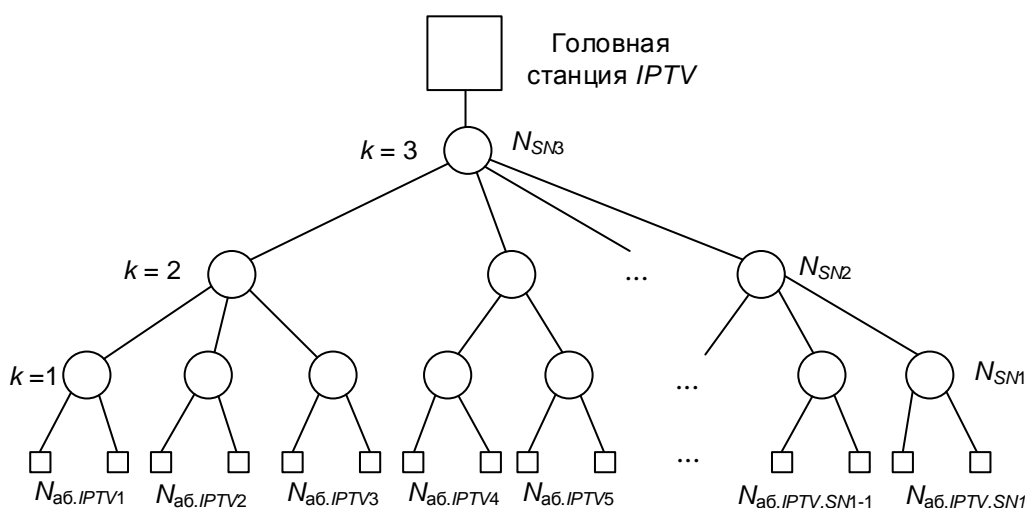


Рис. 1. Пример структуры сети доступа провайдера для предоставления услуги IPTV

Общее количество абонентов IPTV $N_{аб.IPTV}$ разбито на группы в соответствии с их подключением к коммутационным узлам первого уровня и представлено в виде матрицы:

$$N = [N_{аб.IPTV.1} N_{аб.IPTV.2} \dots N_{аб.IPTV.SN1}]. \quad (2)$$

Таким образом, предложенный математический аппарат полностью описывает топологию сети доступа провайдера с точки зрения оборудования IPTV. Критерий оптимальности и соответствующая целевая функция записывается в безразмерной формулировке, поскольку входящие в нее параметры имеют различную размерность. Целевая функция оптимизации сети доступа имеет вид:

$$f = \sum_{i=1}^k (C_{RM,i} \cdot N_{RM,i} + C_{SU,i} \cdot N_{SU,i}) - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{NS_i} (C_{L,i} \cdot \Delta U_{ij}), \quad (3)$$

где $C_{RM,i}$ – обобщенный весовой коэффициент маршрутизатора с поддержкой режима Multicast на i -ом уровне;

$N_{RM,i}$ – количество маршрутизаторов с поддержкой режима Multicast на i -ом уровне;

$C_{SU,i}$ – обобщенный весовой коэффициент коммутатора без поддержки режима Multicast на i -ом уровне;

$N_{SU,i}$ – количество коммутаторов без поддержки режима Multicast на i -ом уровне;

$C_{L,i}$ – обобщенный весовой коэффициент увеличения пропускной способности линии связи в режиме Unicast относительно пропускной способности в режиме Multicast между i -ым и $(i+1)$ -ым уровнями;

ΔU_{ij} – увеличение пропускной способности линии связи в режиме Unicast относительно пропускной способности в режиме Multicast между i -ым и $(i+1)$ -ым уровнями, которое определяется как:

$$\Delta U_{ij} = U_{Unicast.ij} - U_{Multicast.ij}. \quad (4)$$

Существует ограничение на параметры:

$$\Delta U_{ij} \leq k_U \cdot U_{Multicast}, \quad (5)$$

которое означает, что увеличение пропускной способности линии связи в режиме Unicast относительно пропускной способности в режиме Multicast не может превышать более чем в k_U раз. Значение k_U задается экспертом, например, $k_U = 2$.

Другое ограничение:

$$N_{RM,i} + N_{SU,i} = \text{const}, \quad i = \overline{1, k},$$

означает, что общее количество коммутационных узлов на каждом уровне сети остается неизменным.

Оценка обобщенных весовых коэффициентов $C_{RM,i}$, $C_{SU,i}$, $C_{L,i}$ производится экспертом для условий определенного провайдера услуг IPTV на основе таких факторов, как трудоемкость настройки и обслуживания коммутационного оборудования, а также стоимость маршрутизатора с поддержкой режима Multicast и коммутатора без поддержки Multicast на i -ом уровне.

Для решения задач оптимизации, возникающих при проектировании инфокоммуникационных сетей, возможно применение различных математических методов оптимизации. Один из них – метод перебора [8] – является простейшим из методов поиска значений действительно значимых функций по какому-нибудь из критериев сравнения. Если количество возможных решений принимает большие размеры, он теряет свою эффективность из-за увеличения трудоемкости своего выполнения. Задачи оптимизации также решаются градиентным методом, который работает быстро, но не гарантирует глобального оптимального решения, если целевая функция имеет несколько экстремумов.

В настоящее время большой популярностью стали пользоваться эвристические методы с применением эволюционных алгоритмов, примером которых являются генетические алгоритмы [9, 10], решающие задачу оптимизации путем случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в живой природе.

Данные методы являются комбинацией переборного и градиентного методов: механизмы скрещивания (скрещивания) и мутации реализуют переборную часть, а отбор лучших решений – градиентный спуск.

Воспользуемся этим методом для алгоритмизации решения оптимизационной задачи сети провайдера IPTV, поддерживающего режимы Multicast и Unicast.

Алгоритм оптимизации сети провайдера IPTV с комбинацией режимов Unicast и Multicast

Исходные данные для задачи оптимизации – заданная структура сети в соответствии с формулами (1, 2), а также факторы, описанные в п. «Математический аппарат оптимизации сети провайдера услуг IPTV». В качестве фенотипа объекта (т.е. значения описывающих признаков) рассматривается структура сети с точки зрения того, какого типа устройства находятся в ее узлах: маршрутизаторы с поддержкой Multicast или коммутаторы без поддержки Multicast. Необходимо также задать значения генов, соответствующих этим признакам, то есть генотип объекта: значение 0 – это маршрутизатор с поддержкой Multicast, значение 1 – это коммутатор без поддержки Multicast. Совокупность генов, описывающих генотип объекта, представляет собой хромосому (ее также называют особью). Таким образом, в реализации генетического алгоритма для нашей задачи хромосома представляет собой битовую строку фиксированной длины, равной общему количеству коммутационных узлов всех уровней в сети доступа.

Рассмотрим пример хромосомы и интерпретацию ее значения. Обозначим хромосомы через A_i , где $i = 1, 2, \dots, N_{ch}$. Для структуры сети провайдера услуг IPTV, представленной на рисунке 1, количество бит в хромосоме равно суммарному количеству коммутационных узлов на всех уровнях, т.е. $\sum_{i=1}^k N_{SN}$. Например, если в сети 15 коммутационных узлов первого уровня без поддержки Multicast, 3 узла второго уровня с поддержкой Multicast и один узел третьего уровня с поддержкой Multicast, то хромосома будет иметь вид:

$$A_i = [00001111111111111111].$$

В роли функции приспособленности выступает целевая функция, заданная формулой (3). Тогда приспособленность хромосомы $A_i, i = 1, \dots, N_{ch}$ определяется значением функции F для фенотипа,

соответствующего генотипу A_i . Обозначив эти фенотипы A_i^* , значение функции приспособленности хромосомы A_i , т.е. $F(A_i)$ будет равно $f(A_i^*)$.

Схема функционирования генетического алгоритма, разработанного для решения задачи оптимизации сети провайдера IPTV с комбинацией режимов Unicast и Multicast, представляет собой последовательность шагов.

Шаг 1. Принимается, что все коммутационные узлы сети являются маршрутизаторами с поддержкой режима Multicast. Это фиксируется вектором A_0 размерностью $1 \times \sum_{i=1}^k N_{SN}$:

$$A_0 = [0 \ 0 \ \dots \ 0],$$

где нулевое значение элемента означает, что узел является маршрутизатором с поддержкой режима Multicast.

Шаг 2. В соответствии с матрицами (1, 2) рассчитывается количество абонентов услуги IPTV, подключенных к каждому коммутационному узлу всех уровней через коммутационные узлы нижележащих уровней.

Шаг 3. В соответствии с методикой, изложенной в [7], производится подсчет пропускной способности всех линий связи для передачи трафика в режиме Multicast.

Шаг 4. Рассчитывается значение критерия оптимизации $F(A_0)$.

Шаг 5. Иницируется начальный момент времени $t = 0$. Случайным образом формируется начальная популяция, состоящая из $N_{ch} = 10$ хромосом (особей):

$$B_0 = \{A_1, A_2, \dots, A_{N_{ch}}\}.$$

В каждой особи случайным образом сочетаются нули и единицы, т.е. для фенотипа это означает изменение конфигурации некоторых коммутационных узлов с маршрутизаторов, поддерживающих режим Multicast, на коммутаторы, не поддерживающие Multicast.

Шаг 6. Вычисляется приспособленность каждой особи $F(A_i)$ из популяции B_t . Значение этой функции определяет, насколько хорошо подходит особь, описанная данной хромосомой, для решения задачи. При этом «наилучшая» хромосома и соответствующая ей особь (та, значение критерия оптимизации для которой минимально) запоминается.

Шаг 7. Проверка условия остановки алгоритма. Генетический алгоритм носит итерационный характер. Условием остановки принята ситуация, когда его выполнение не приводит к улучшению уже достигнутого «наилучшего» значения на 5 следующих друг с другом итерациях. Если условие остановки алгоритма выполнено, производится переход на шаг 13.

Шаг 8. Из популяции B_t выбирается особь $A_c = \text{Get}(B_t)$. Селекция хромосом производится методом рулетки.

Шаг 9. С определенной вероятностью кроссинговера (скрещивания) $P_c = 1$ (по аналогии с живой природой это означает, что скрещивание происходит всегда; обычно в классическом генетическом алгоритме $0,5 \leq P_c \leq 1$ [11]) выбирается вторая особь из популяции $A_{c1} = \text{Get}(B_t)$ и выполняется оператор кроссинговера:

$$A_c = \text{Crossing}(A_c, A_{c1}).$$

Шаг 10. С определенной вероятностью мутации $P_m = 0,05$ (по аналогии с живой природой это означает, что мутации происходят очень редко; в классическом генетическом алгоритме $0 \leq P_m \leq 0,1$ [11]) выполняется оператор мутации:

$$A_c = \text{Mutation}(A_c),$$

где мутация инвертирует некоторые гены с 0 на 1 и наоборот.

Шаг 11. Полученная хромосома помещается в новую популяцию потомков $\text{insert}(B_{t+1}, A_c)$.

Шаг 12. Начиная с шага 7, операции выполняются N_{ch} раз. Тем самым формируется новая популяция потомков с размерностью, равной размерности родительской популяции.

Шаг 13. Если выполнилось условие останова алгоритма (достижение результата, который уже не может быть улучшен по условию шага 7), то работа алгоритма завершается и выводится значение «наилучшей» хромосомы, иначе номер текущей итерации инкрементируется ($t = t + 1$) и осуществляется переход на шаг 6.

Таким образом, при помощи генетического алгоритма эволюционно меняется соотношение маршрутизаторов с поддержкой режима Multicast и коммутаторов без поддержки Multicast с оценкой критерия оптимизации (3) и учетом ограничений (4) и (5) на каждой итерации.

Результатом работы алгоритма выступает хромосома, в которой нули отражают маршрутизаторы с поддержкой режима Multicast, а единицы – коммутаторы без поддержки Multicast. По полученному фенотипу определяется структура сети доступа провайдера.

Исследование разработанного алгоритма оптимизации сети провайдера IPTV проводилось путем имитационного моделирования [12] для структуры сети, приведенной на рисунке 1. Количество коммутационных узлов на каждом уровне соответствует: $N_{SN1} = 28$; $N_{SN2} = 9$; $N_{SN3} = 1$. Общее количество абонентов, пользующихся услугой IPTV ($N_{аб.IPTV} = 900$) разбито на группы согласно с подключением их к коммутационным узлам первого уровня и формулы (2):

$$N = [30\ 60\ 20\ 10\ 22\ 41\ 18\ 12\ 52\ 8\ 5\ 10\ 28\ 12\ 20 \times \\ \times 19\ 4\ 5\ 12\ 102\ 83\ 19\ 96\ 106\ 35\ 12\ 34\ 25].$$

Количество транслируемых ТВ-каналов принимало два значения – 120 и 240 – для следующих форматов видео: SDTV 480iMPEG-4; HDTV 720pMPEG-4; HDTV 1080iMPEG-4. При этом как основной параметр учитывается диапазон максимального битрейта для разных ТВ-форматов и типов кодирования. В частности, для SDTV 480iMPEG-4 он составляет 3...4 Мбит/с, для HDTV 720pMPEG-4 – 6...8 Мбит/с, для HDTV 1080iMPEG-4 – 8...10 Мбит/с.

В результате использования алгоритма оптимизации сети провайдера услуг IPTV получены хромосомы, генокод которых для различных параметров предоставления услуги IPTV приведен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты работы генетического алгоритма

Формат ТВ-каналов	Генокод хромосомы
120 каналов	
SDTV 480iMPEG-4	00111110011111111111111111111111011101111
HDTV 720pMPEG-4	00011110011111111111111111111111011001111
HDTV 1080i MPEG-4	00001110011011111111111111111111001001111
240 каналов	
SDTV 480iMPEG-4	00011110011111111111111111111111001001111
HDTV 720pMPEG-4	00000110001011111101111111111111001001111
HDTV 1080i MPEG-4	00000010001011101101111111111111001000101

Фенотипы согласно расшифровке кода хромосомы – это структурные схемы сети доступа провайдера услуг IPTV, где в качестве коммутационных узлов выступают как маршрутизаторы с поддержкой Multicast, так и коммутаторы без поддержки Multicast. Результаты исследований, полученных путем моделирования, в виде структурных схем сетей доступа провайдера представлены на рисунках 2 и 3.

Из рисунка 2 видно, что для всех рассматриваемых форматов видео на третьем коммутационном уровне сети провайдера услуг IPTV будет использоваться маршрутизатор с поддержкой Multicast. На втором и первом коммутационных уровнях количество таких устройств различно и зависит от количества абонентов IPTV в группе. Например, группа абонентов IPTV для 120 ТВ-каналов формата SDTV 480iMPEG-4, требующих использование режима Multicast, включает, как минимум, 102 точки подключения, формат HDTV 720pMPEG-4 предполагает минимум 96 точек подключения, а формат HDTV 1080iMPEG-4 – 60.

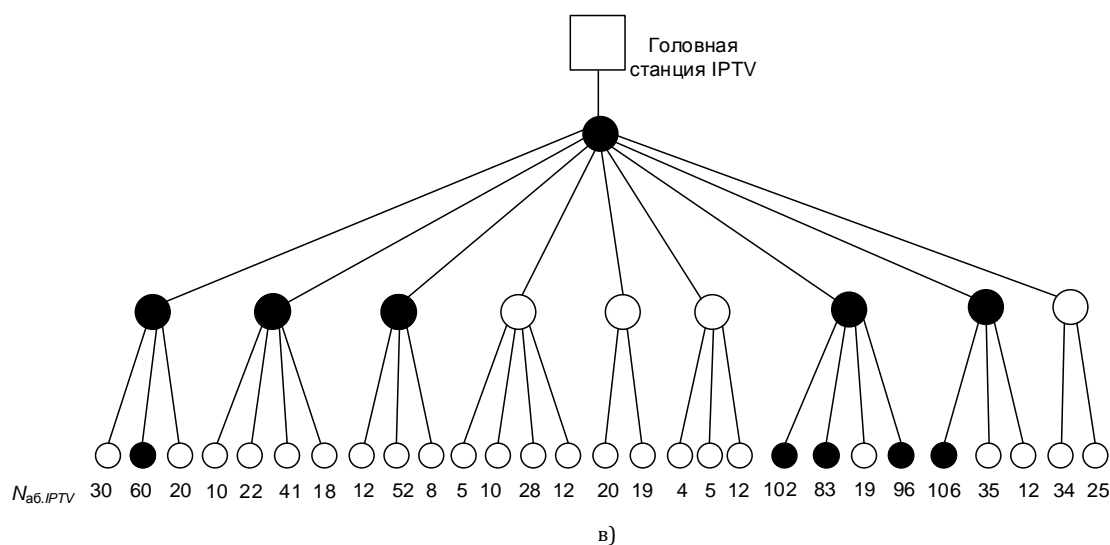
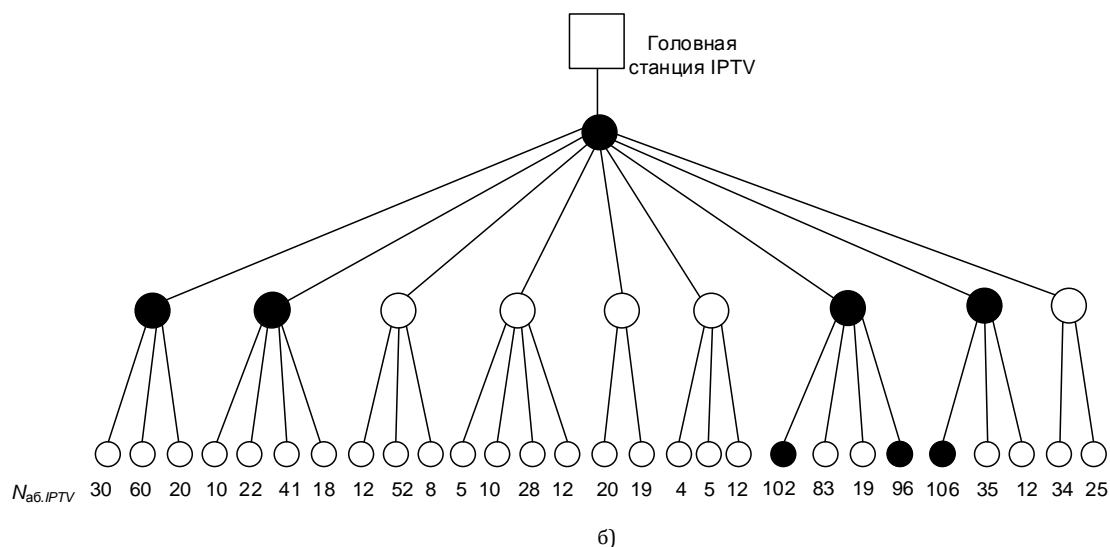
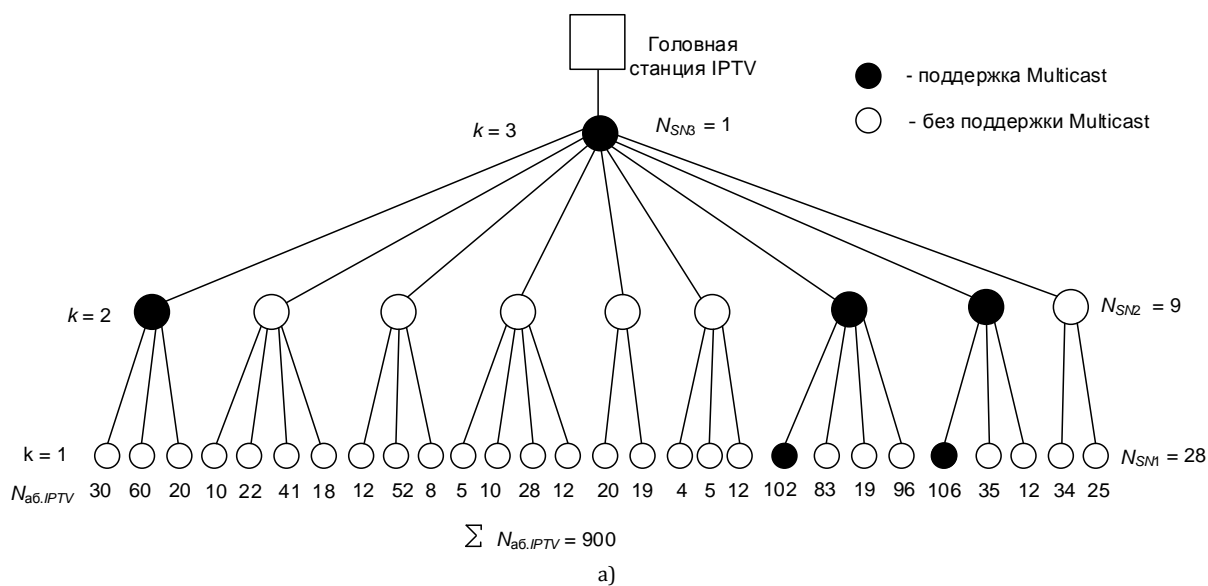


Рис. 2. Оптимизированная структура сети для трансляции 120 ТВ-каналов формата видео:
а) SDTV 480iMPEG-4; б) HDTV 720pMPEG-4; в) HDTV 1080iMPEG-4

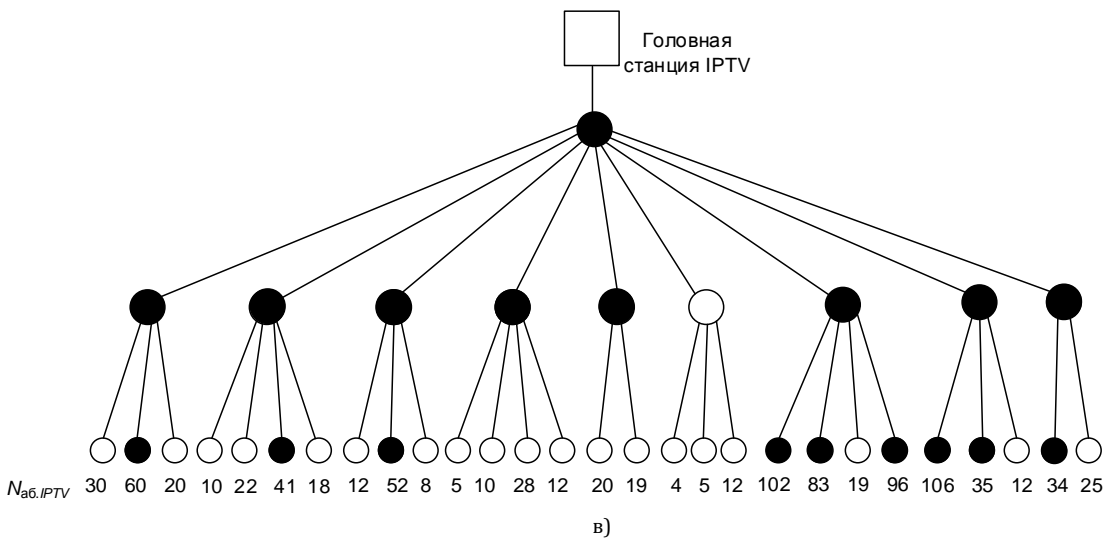
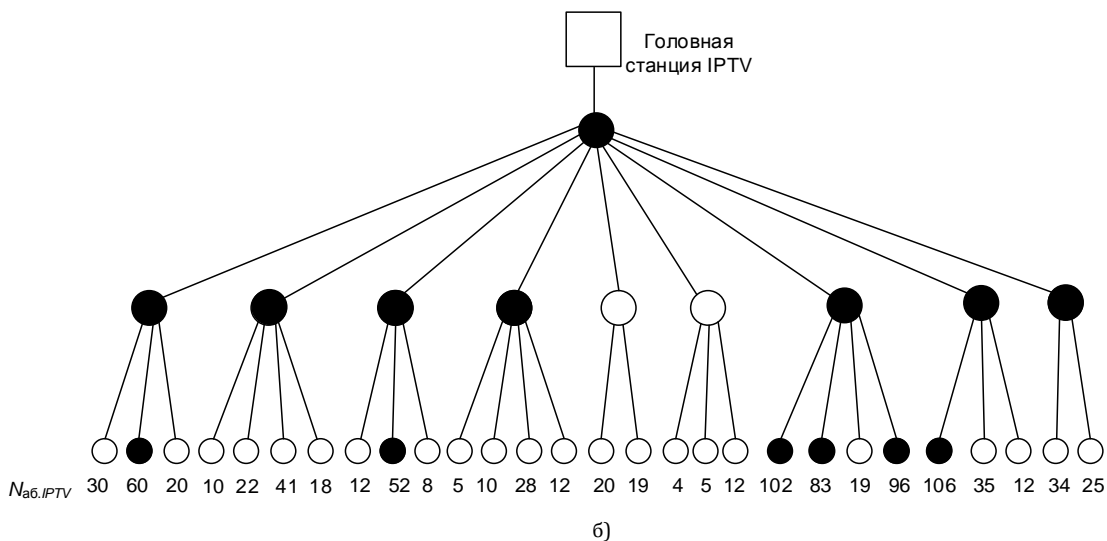
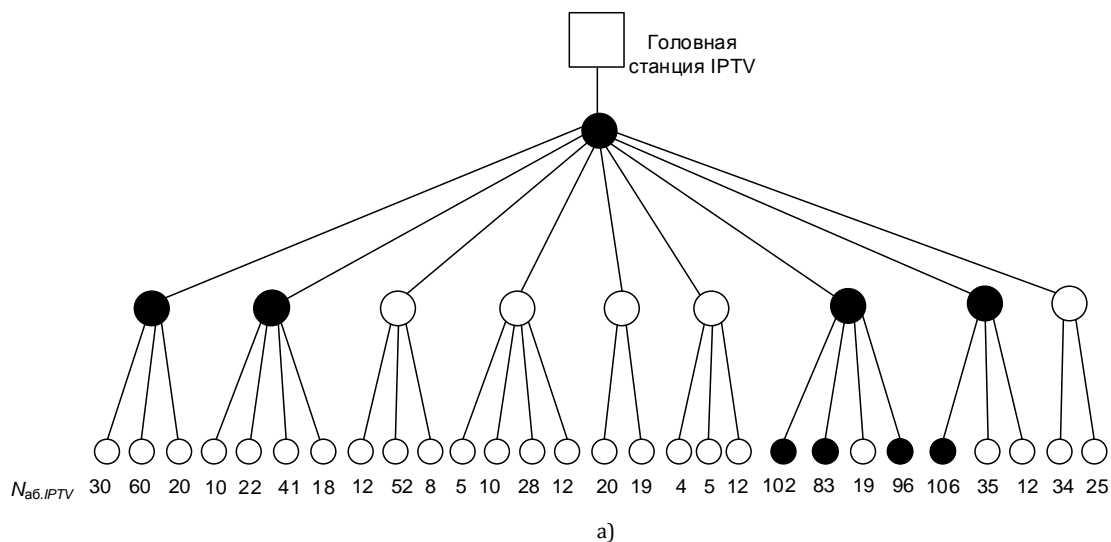


Рис. 3. Оптимизированная структура сети для трансляции 240 ТВ-каналов формата видео:
а) SDTV 480iMPEG-4; б) HDTV 720pMPEG-4; в) HDTV 1080iMPEG-4

Таким образом, улучшение качества транслируемых телевизионных каналов (что связано с увеличением требуемой пропускной способности для трансляции некоторых из них) предопределяет уменьшение количества абонентов услуги IPTV в отдельно взятой Unicast-группе. Соответственно, в целом для сети провайдера потребуется большее количество маршрутизаторов с поддержкой режима Multicast.

Максимально возможное количество абонентов в одной Unicast-группе определяется при помощи алгоритма оптимизации.

Из приведенных на рисунке 3 структурных схем сети видно, что увеличение количества транслируемых ТВ-каналов (с 120 до 240) влияет на максимальное количество абонентов в Unicast-группах в сторону уменьшения этого количества. Соответственно в сети увеличивается общее количество маршрутизаторов с поддержкой режима Multicast.

Количественная оценка устройств разного типа (коммутационных узлов Multicast и Unicast) определяется по результатам работы алгоритма оптимизации.

В частности, из сравнения схем, представленных на рисунках 2в и 3в (случаи использования формата HDTV 1080iMPEG-4) видно, что на втором коммутационном уровне количество маршрутизаторов с поддержкой режима Multicast увеличилось с 5 до 8, и на нижнем коммутационном уровне соответственно с 5 до 9.

Список используемых источников

1. Герасимова В.В., Балобанов В.Г., Гилленберг Ю.Ю. Перспективы использования интернет-сети в доставке ТВ-программ пользователям // Молодой ученый. 2016. № 10(114). С. 1519–1522. URL: <https://moluch.ru/archive/114/30013> (дата обращения 05.10.2018)
2. Назаров И.А. Передача видео Multicast: простые решения сложных проблем // Системы безопасности. 2012. № 4. URL: http://www.secuteck.ru/articles2/inegr_sistemy/peredacha-video-multicast-prostye-resheniya-slozhnyh-problem (дата обращения 05.10.2018)
3. Бителева А.И. Оптимизация видеотранспорта в мультисервисных IP сетях. Часть 1 // Теле-Спутник. 2008. № 3(149). URL: <http://old.telesputnik.ru/archive/149/article/64.html> (дата обращения 05.10.2018)
4. Виноградский В.Е., Лихарев А.В. Построение сети IPTV: общие подходы // Технологии и средства связи. 2007. № 2. URL: <http://lib.tssonline.ru/articles2/fix-op/postroen-seti-iptv-obsch-podhody> (дата обращения 05.10.2018)
5. Михеев А.С., Червинский В.В. Анализ особенностей передачи цифрового видео по протоколу IP в инфокоммуникационных сетях // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых: XVII Международная научно-техническая конференция аспирантов и студентов (Донецк, 22–24 мая 2017 г.): сборник научных трудов. Донецк: ДОННТУ. 2017. С. 41–45. URL: <http://ea.donntu.org/handle/123456789/32044> (дата обращения 29.11.2018)
6. Михеев А.С., Червинский В.В. Исследование показателей IPTV трафика в сетях провайдеров услуг Интернет и цифрового телевидения // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых: XVIII Международная научно-техническая конференция аспирантов и студентов (Донецк, 22–24 мая 2018 г.): сборник научных трудов. Донецк: ДОННТУ. 2018. С. 80–84. 1 CD-ROM.
7. Генетические алгоритмы – математический аппарат // BaseGroupLabs. Технологии анализа данных. URL: <https://basegroup.ru/community/articles/ga-math> (дата обращения 04.05.2018)
8. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. 88 с.
9. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. М.: Физматлит, 2006. 319 с.
10. Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox – Математика // MATLAB. Exponenta. URL: <http://matlab.exponenta.ru/genalg/01.php> (дата обращения 04.05.2018)

* * *

OPTIMIZATION ALGORITHM FOR IPTV SERVICE PROVIDER'S NETWORK WITH COMBINATION OF UNICAST AND MULTICAST MODES

V. Chervinsky¹

¹Donetsk National Technical University,
Donetsk, 83001

Article info

Article in Russian

For citation: Chervinsky V. Optimization Algorithm for IPTV Service Provider's Network with Combination of Unicast and Multicast Modes. *Proceedings of Telecommunication Universities*. 2018;4(4):102–110. (in Russ.) Available from: <https://doi.org/10.31854/1813-324X-2018-4-4-102-110>

Abstract: Paper describes the modern approach to the provision of digital television services IPTV. Various modes of broadcasting video streams are considered, including Unicast and Multicast, their advantages and disadvantages are analyzed. The problems are considered that may arise for providers when designing a network with IPTV service provision. The optimization algorithm has been developed for IPTV provider network combining Unicast and Multicast modes based on genetic methods. The algorithm and its main operators are described in detail. The examples of applying the genetic algorithm developed to the optimization problems for information and communication networks through simulation are considered.

Keywords: IPTV digital television service, Internet provider, video stream, broadcast, optimization, genetic algorithm, infocommunication network, Multicast mode, Unicast mode, design, simulation.

References

1. Gerasimova V.V., Balobanov V.G., Gillenberg Iu.Iu. Perspektivy ispolzovaniia internet-seti v dostavke TV-programm polzovateliam [Prospects for the Use of the Internet Network in the Delivery of TV Programs to Users]. *Molodoi uchenyi*. 2016;10(114):1519–1522. (in Russ.) Available from: <https://moluch.ru/archive/114/30013> [Accessed 5th October 2018]
2. Nazarov I.A. Peredacha video Multicast: prostye resheniia slozhnykh problem [Multicast Video Transmission: Simple Solutions to Complex Problems]. *Security and Safety*. 2012;4. (in Russ.) Available from: http://www.secuteck.ru/articles2/inegr_sistemy/peredacha-video-multicast-prostye-resheniya-slozhnykh-problem [Accessed 5th October 2018]
3. Biteleva A.I. Optimizing video transport in your IP triple play network. *TELE-SPUTNIK*. 2008;3(149). (in Russ.) Available from: <http://old.telesputnik.ru/archive/149/article/64.html> [Accessed 5th October 2018]
4. Vinogradskii V.E., Likharev A.V. Postroenie seti IPTV: obshchie podkhody [Building an IPTV Network: Common Approaches]. *Tekhnologii i sredstva svyazi*. 2007;2. (in Russ.) Available from: <http://lib.tssonline.ru/articles2/fix-op/postroenie-seti-iptv-obsch-podhody> [Accessed 5th October 2018]
5. Mikheyev A.S., Chervinsky V.V. Analiz osobennosti peredachi tsifrovogo video po protokolu IP v infokommunikatsionnykh setiakh [Analysis of the Peculiarities of Digital Video Transmission Over IP Protocol in Information and Communication Networks]. *Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh obiektov i protsessov. Poisk molodykh. XVII Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia aspirantov i studentov, 22–24 May 2017, Donetsk. Sbornik nauchnykh trudov* [Automation of Technological Objects and Processes. Search Young: Proceedings of the XVII International Scientific and Technical Conference of graduate students and students, 22–24 May 2018, Donetsk]. Donetsk: Donetsk National Technical University Publ.; 2017. p.41–45. (in Russ.) Available from: <http://ea.donntu.org/handle/123456789/32044> [Accessed 29th November 2018]
6. Mikheyev A.S., Chervinsky V.V. Issledovanie pokazatelei IPTV trafika v setiakh provaiderov uslug Internet i tsifrovogo tel-evideniia [Study of IPTV Traffic Indicators in the Networks of Internet and Digital Television Service Providers]. *Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh obiektov i protsessov. Poisk molodykh. XVIII Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia aspirantov i studentov, 22–24 May 2018, Donetsk. Sbornik nauchnykh trudov* [Automation of Technological Objects and Processes. Search Young: Proceedings of the XVIII International Scientific and Technical Conference of graduate students and students, 22–24 May 2018, Donetsk]. Donetsk: Donetsk National Technical University Publ. 2018. p.80–84. 1 CD-ROM. (in Russ.)
7. BaseGroupLabs. Tekhnologii analiza dannykh [BaseGroupLabs. Data Analysis Technologies]. *Geneticheskie algoritmy –matemateskii aparat* [Genetic Algorithms – Mathematical Apparatus]. (in Russ.) Available from: <https://basegroup.ru/community/articles/ga-math> [Accessed 4th May 2018]
8. Panchenko T.V. *Geneticheskie algoritmy: uchebno-metodicheskoe posobie* [Genetic Algorithms: Teaching Guide]. Astrakhan: Astrakhan University Publ.; 2007. 88 p. (in Russ.)
9. Gladkov L.A., Kureichik V.V., Kureichik V.M. *Geneticheskie algoritmy* [Genetic Algorithms]. Moscow: Fizmatlit Publ.; 2006. 319 p. (in Russ.)
10. MATLAB. Exponenta. *Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox – Mathematics*. (in Russ.) Available from: <http://mat-lab.exponenta.ru/genalg/01.php> [Accessed 4th May 2018]