

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОКОНТЕНТА В СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА ADSL

Аль-Вандави Саиф Ахмед Искандар Исмаель

Кафедра Інфокомунікаційної інженерії
ім. В.В. Поповського, ХНУРЕ, Україна.

E-mail: vladyslav.aleksin@nure.ua

Abstract

The dependences of the video stream rate on the frame rate were experimentally obtained using standard and high definition video files and the corresponding H.264 codec profiles. A machine experiment was carried out to confirm the performance of the proposed model, for which the least squares methods were used and the confirming coefficients were obtained. Using the developed technique, the experimental dependences were approximated by the least squares method, and for each of them the corresponding coefficients of the approximating polynomials of the nth degree were obtained. Subsequently, these coefficients were used by the video quality assessment function for subjective assessment of the integral quality of multimedia.

Исследование зависимости скорости видеопотока от частоты кадров

Стандарт MPEG 4 part 10 [66] определяет комплекты возможностей, которые называются профили, ориентированные на конкретные классы приложений. Для потокового вещания и видеоконференций используются следующие из них:

– Baseline Profile (Базовый профиль) - применяется в недорогих продуктах, требующих дополнительной устойчивости к потерям. Используется для видеоконференций и в мобильных продуктах.

– Main Profile (Основной профиль) - применяется для цифрового телевидения стандартной четкости в трансляциях, использующих сжатие MPEG-4 в соответствии со стандартом DVB.

– Extended Profile (Расширенный профиль) – предназначен для потокового видео, имеет относительно высокую степень сжатия и дополнительные возможности для повышения устойчивости к потере данных.

–High Profile (Высокий профиль) - является основным для цифрового вещания и видео на оптических носителях, особенно для телевидения высокой четкости. Используется для Blu-Ray видеодисков и DVB HDTV вещания.

Согласно определению стандарта, «уровень» является определенным набором ограничений, указывающих степень требуемой производительности декодера для профиля. Например, поддержка уровня в профиле будет указывать максимальное разрешение изображения, частоту кадров и битрейт так, что декодер можно будет использовать. Декодер, который соответствует данному уровню, обязан декодировать все потоки битов, которые кодируются для этого уровня и для всех более низких уровней.

Характеристики основных профилей стандартной четкости SD разрешением 720x576 и высокой четкости HD разрешением 1280x720, которые используются для трансляции IPTV в сетях абонентского доступа, приведены в табл.1.

Таблиця 1.

Уровни профилей стандарта H.264 с максимальными параметрами

Уровень	Максимальная скорость видеопотока		Максимальное разрешение@частота кадров
	Профиль VP, XP, MP, Кбит/с	Профиль HP, Кбит/с	
2.2	4000	5000	720×576@12.5
3	10000	12500	720×576@25.0
3.1	14000	17500	720×576@66.7 1280×720@30.0
3.2	20000	25000	1,280×720@60.0
4	20000	25000	1,280×720@68.3
4.1	50000	62500	1,280×720@68.3

Для получения зависимостей скорости видеопотока от частоты кадров, использовались эталонные видео файлы уровня High@5.1 разрешением 1280x720, 1920x1080, 3840x2160 с максимальной скоростью видеопотока 20, 110, 250 Мбит/с соответственно. Данные видео файлы конвертировались кодеком H.264 с уменьшением частоты кадров в соответствии с профилями, приведенными в табл. **Error! Reference source not found.** Полученные результаты для кодека H.264 и транспортного видеопотока MPEG-TS стандартной четкости разрешением 720x576 приведены в табл.табл. **Error! Reference source not found.1**, а для видео высокой четкости – в табл. **Error! Reference source not found.2**.

Определение коэффициентов модели оценки качества мультимедиа на основе экспериментальных данных

Полученные данные, зависимости транспортного потока MPEG-TS от частоты кадров для исследуемых профилей видео, проанализированы с целью вычисления коэффициентов и их использования в модели оценки качества мультимедиа. Представленные на рис. 1- 5 зависимости аппроксимированы с помощью полиномов n -й степени по методу наименьших квадратов. Коэффициенты аппроксимации приведены в табл. 2–6.

Таблица 2.

Коэффициенты аппроксимирующего полинома 3-й степени

α_1	α_2	α_3	α_4	Погрешность аппроксимации, Кбит/с
$2.84546 \cdot 10^3$	84.54277	11.78858	-0.43612	112

Таблица 3.

Коэффициенты аппроксимирующего полинома 5-й степени

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	Погрешность аппроксимации, Кбит/с
$1.1081 \cdot 10^5$	$-1.26559 \cdot 10^4$	599.17939	-13.97707	0.16073	$-7.28081 \cdot 10^4$	107

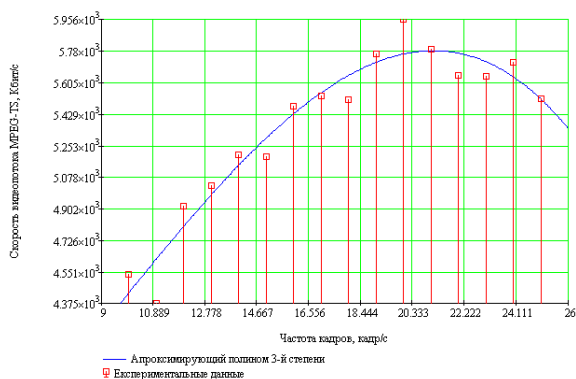


Рис. 1. Зависимость скорости видеопотока от частоты кадров профиля High@L3.0 720x576@25.0

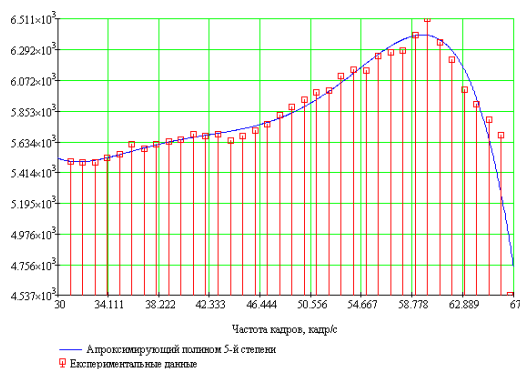


Рис. 2. Зависимость скорости видеопотока от частоты кадров профиля High@L3.01 720x576@66.7

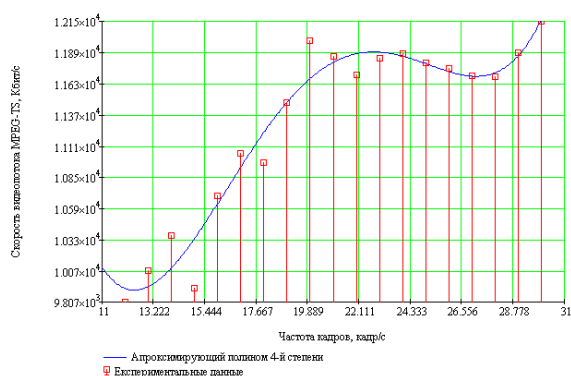


Рис. 3. Зависимость скорости видеопотока от частоты кадров профиля High@L3.1 1280x720@30

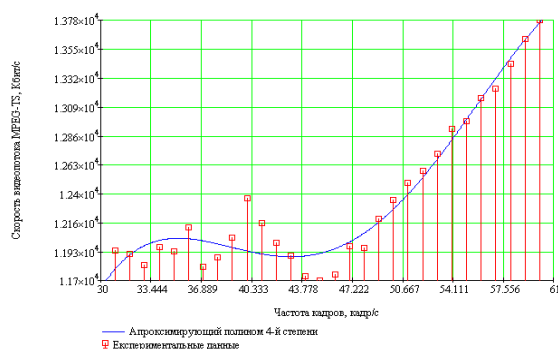


Рис. Error! No text of specified style in document.. Зависимость скорости видеопотока от частоты кадров профиля High@L3.0 720x576@66.7

Таблица 4.

Коэффициенты аппроксимирующего полинома 4-й степени

V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	Погрешность аппроксимации, Кбит/с
$4.7505 \cdot 10^4$	$-8.57345 \cdot 10^3$	692.1183	-23.24675	0.27978	166

Таблица 5.

Коэффициенты аппроксимирующего полинома 4-й степени

\square_1	\square_2	\square_3	\square_4	\square_5	Погрешность аппроксимации, Кбит/с
$-7.11386 \cdot 10^4$	$7.62899 \cdot 10^3$	-256.51895	3.73039	-0.01969	137

Таблица 6.

Коэффициенты аппроксимирующего полинома 2-й степени

\square_1	\square_2	\square_3	Погрешность аппроксимации, Кбит/с
$1.04272 \cdot 10^5$	$-2.607 \cdot 10^3$	18.33793	47

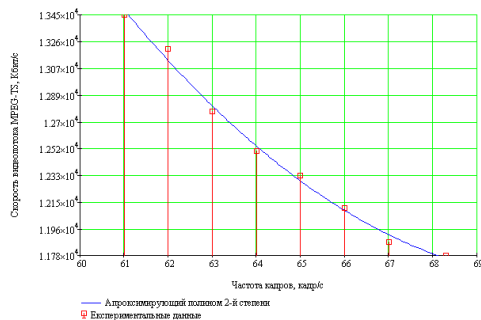


Рис. 5. Залежність швидкості відеопотока від частоти кадрів профіля **High@L4.0**
1280x720@68.3

Оцінка продуктивності системи ADSL2+ для надання послуг IPTV

На першому етапі оцінки проводився розрахунок максимальної продуктивності системи з допомогою xDSL Simulation Tool в середі MatLab на основі моделі оцінки продуктивності систем ADSL, приведеної в попередньому розділі роботи. Дослідження залежності продуктивності системи ADSL від лінійної швидкості системи проводились з урахуванням надлишковості стека протоколів RFC1483, структури кадра ADSL2+, параметрів помехостійливого кодування (кількість перевірок байт кодування Ріда-Соломона, глибина перемеження) для кадра даних MPEG-TS довжиною 1316 байт. Отримана залежність представлена на рис. **Error! Reference source not found..**

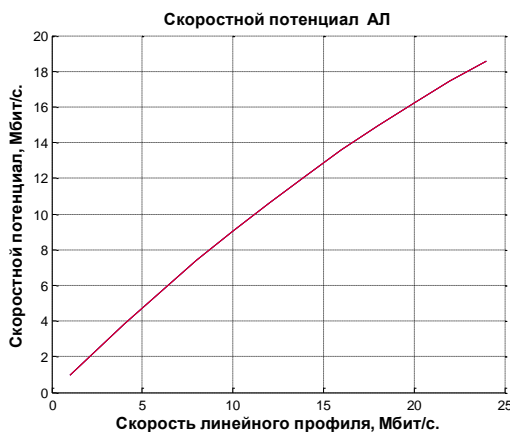


Рис. 6. Скоростний потенціал ADSL2+ в режимі RFC1483B

На другому етапі оцінювалась продуктивність системи ADSL2+ на реальному обладнанні оператора мережі доступу з допомогою інструментарію ixChariot Tool. Схема експерименту на реальному обладнанні мережі доступу приведена на рис. **Error! Reference source not found..**

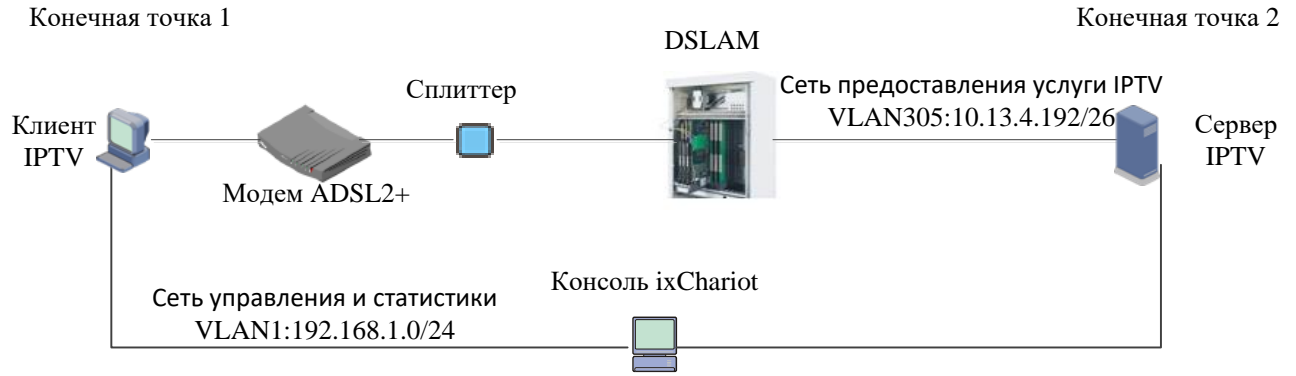


Рис.7. Схема експеримента

Результаты измерения скоростного потенциала системы при заданном линейном профиле DSLAM с помощью ixChariot Tool приведены на рис. Error! Reference source not found. - Error! Reference source not found.

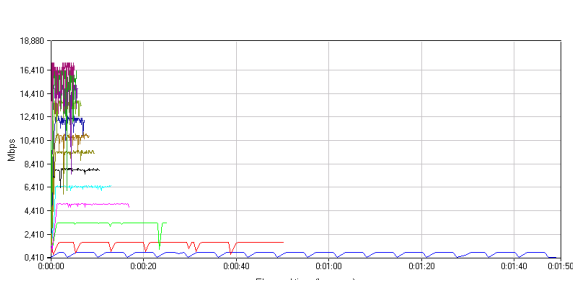


Рис. 8. Скоростной потенциал системы для файлов размером 100Кбайт

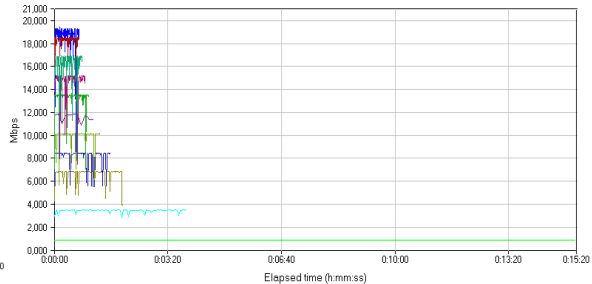


Рис. 9. Скоростной потенциал системы для файлов размером 1Мбайт

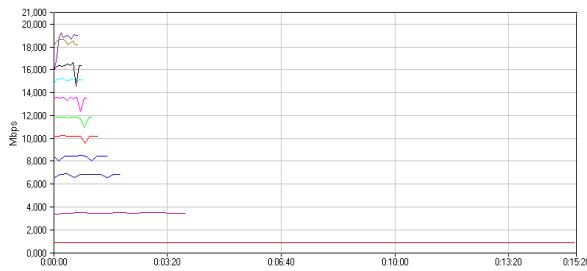


Рис. 10. Скоростной потенциал системы для файлов размером 10Мбайт

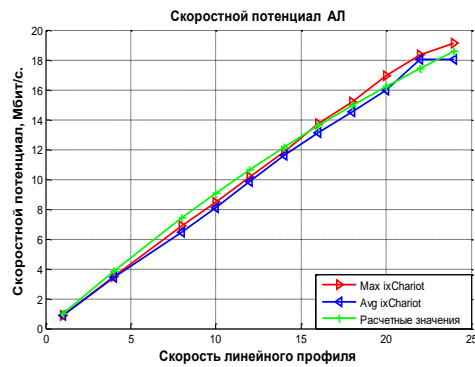


Рис. 11 Сравнение результатов скоростного потенциала системы ADSL2+

Сравнение результатов моделирования в среде MatLab и полученных опытным путем для систем ADSL2+ приведены на рис.11.

Полученные ранее на этапе исследования коэффициенты были использованы в модели оценки качества мультимедиа. Это позволило определить интервалы субъективной оценки качества мультимедиа в зависимости от скоростного потенциала систем ADSL2+. Интервалы субъективной оценки также приведены на рис.11.

Висновки

1. Экспериментальным путем получены зависимости скорости видеопотока от частоты кадров при использовании эталонных видео файлов стандартного и высокого разрешения и соответствующих профилей кодека H.264.
2. Проведен машинный эксперимент, подтверждающий работоспособность предложенной модели, для чего использованы методы наименьших квадратов и получены подтверждающие коэффициенты.
3. С помощью разработанной методики проведена аппроксимация экспериментальных зависимостей по методу МНК и для каждой из них получены соответствующие коэффициенты аппроксимирующих полиномов n -й степени. Погрешность аппроксимации для всех типов профилей не превышает 2%. В дальнейшем эти коэффициенты были использованы функцией оценки качества видео для субъективной оценки интегрального качества мультимедиа.
4. Проведена экспериментальная оценка производительности систем ADSL/2/2+ для всего диапазона линейных скоростей DSLAM при передаче видеоконтента. Результаты эксперимента сопоставлены с расчетными значениями с помощью многоуровневой модели оценки производительности и качества мультимедиа. Расходимость между расчетными зависимостями (рис.4.4) и зависимостями, полученными экспериментальным путем не превышает 1%, таким образом, методика расчета и результаты работы, могут быть использованы для внедрения IPTV в реальных сетях доступа на основе технологии ADSL2+, для определения групп абонентов скоростной потенциал которых соответствует условиям предоставления требуемого набора услуг согласно тарифного плана оператора сети, а так же для сокращения временных и финансовых затрат в процессе прогнозирования, разворачивания системы предоставления услуг в целом.

Полученные в работе результаты, можно использовать при внедрении IPTV в сетях абонентского доступа ADSL2+ :

- для обеспечения необходимой полосы производительности при внедрении услуг IPTV и VoD;
- для обеспечения необходимого качества обслуживания при внедрении перечисленных услуг;
- для предотвращения перегрузки сети доступа;
- для балансировки услуги «Triple Play».

Література:

1. ITU-T Rec. G.992.1 Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers. International Telecommunication Union. □ 1999. □ P.256.
2. ANSI standard T1.413 ADSL Metallic Interface /ANSI. □ 1995. □ P.36.
3. Рекомендация МСЭ-Т G.992.3 Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2) / Международный союз электросвязи. □ 2002. □ С.312.
4. Рекомендация МСЭ-Т G.992.5 Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL) – ADSL2 с расширенной полосой (ADSL2+) / Международный союз электросвязи. – 2003. □ С.92.