

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КОДЕКА H264 НА ЯКІСТЬ ВІДЕОСИГНАЛУ

© Кирик М. І., Плесканка Н. М., 2011

Досліджено вплив параметрів H264 кодека на якість відеосигналу та завантаженість системи, яка здійснює кодування. Запропоновано підбір оптимальних параметрів, яким відповідає задовільна якість відеосигналу та середня завантаженість системи.

**Ключові слова:** IPTV, MPEG-TS, кодування, H264.

**Reseached impact of parameters of the H264 videocodec on quality of video signal and load system, which performs encoding. A selection of optimum parameters, which correspond to satisfactory quality video and average load of system.**

**Key words:** IPTV, MPEG-TS, encoding, H264.

### Вступ

Запорукою успіху надання IPTV послуг є забезпечення якості сприйняття (QoE), яка оцінюється кінцевим користувачем. Тестування IPTV медіапотоків, які передаються у конвергентних мережах, є доволі складною задачею.

Виділяють два основних підходи до вимірювань QoE [1]. Один з них передбачає контроль параметрів якості мережі. Найпоширеніший показник – Media Delivery Index, MDI – містить дані про втрачені і помилкові пакети, джитер і затримки. Оцінюванню піддаються значення, отримані у довільний короткий проміжок часу. Втрата IP пакета призводить до помітних спотворень на екрані. 0,5 % втрачених пакетів будуть помітні оком, якщо ж втрати сягнуть 5 %, динамічні сцени будуть настільки пошкоджені, що перегляд доведеться припинити. Крім того, втрачений пакет здатний істотно збільшити час перемикання каналу.

Другий підхід базується безпосередньо на оцінюванні якості відео. Тут використовується механізм з виявлення таких спотворень, які помітні глядачеві – “розсіпання” зображення, завмирання, порушення кольоровості, наявність “артефактів” тощо.

### Інкапсуляція відеопотоків на прикладі моделі IPTV OSI

IPTV модель наведена на рис. 1, використовує MPEG-TS (Transport Streams). Таке представлення належить також і до інших кодеків, таких, як AVC, VC-1, і т.д.

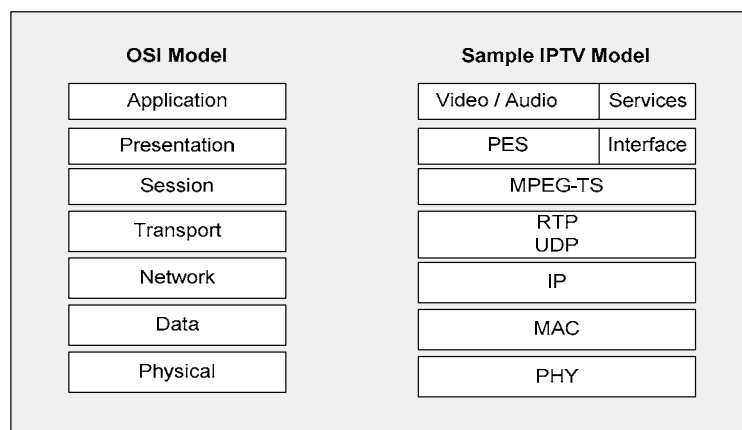


Рис. 1. Модель IPTV OSI

Модель IPTV може бути розділена на два окремі рівні: рівень сервісів та рівень передачі. Рівень сервісів існує вище від рівня RTP/UDP, а рівень передачі простягається від рівня RTP/UDP до фізичного рівня. QoE тестування IPTV має охоплювати як рівень обслуговування, так і рівень передачі для найточнішого результату. Для найточніших результатів необхідно провести дослідження впливу параметрів кодування та надійності мережі на якість відеопотоків, які передаються в режимі реального часу. Варто зазначити, що параметри кодера потрібно вибирати найоптимальніше, оскільки кодування здійснюватиметься в режимі реального часу. На рис. 2 показано зв'язки між кожним рівнем, зображеним у моделі медіа потоків MPEG.[2]

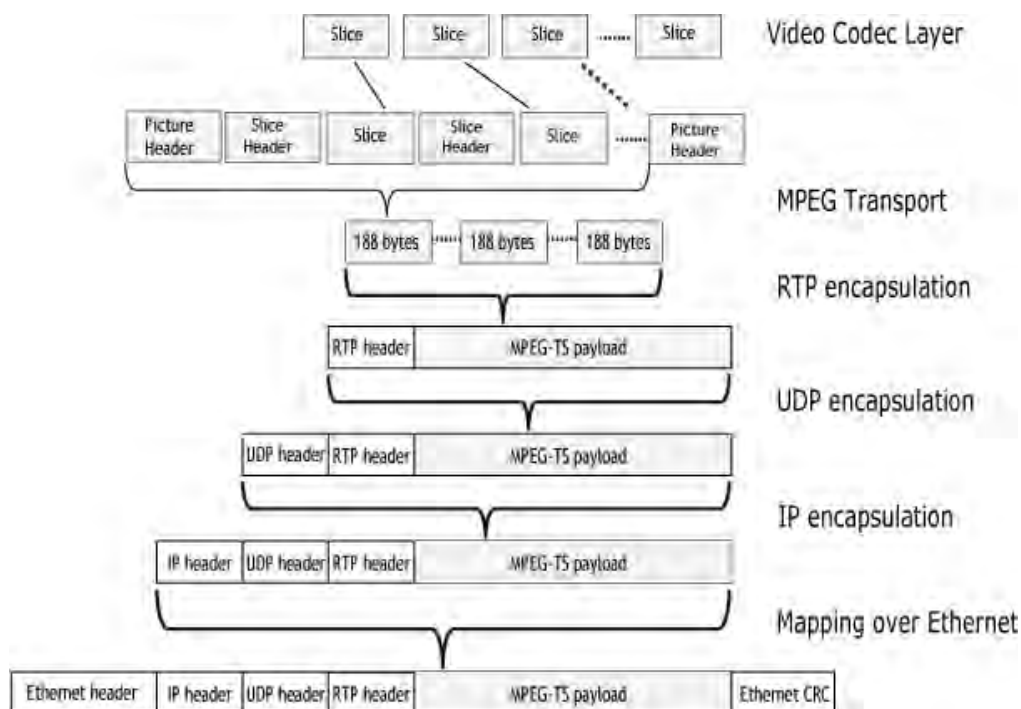


Рис. 2. Рівень інкапсуляції медіапотоків MPEG

Відеосигнал можна подати в аналоговому форматі, такі, як NTSC, SECAM або PAL який подається на кодер. Кодер виконує оцифрування і стиснення вхідного сигналу, генерує Elementary Stream (ES) для відео- та аудіоконтенту. Наступним кроком кодер обробляє ці елементарні частинки відео- та аудіоданих для створення пакетованих елементарних потоків (PES). Кожен PES міститиме картинку та частину заголовка. Оброблення продовжуватиметься мультиплексуванням окремих PES в транспортний потік TS. Використання Ethernet мережі, в якій розмір максимального пакета становить 1560 байт, дає змогу передавати 7\*188байт PES енкапсульованих в MPEG-TS. Розмір пакетованого елементарного потоку становить 188байт. Перші кроки підготовки відео вважаються частиною рівня сервісів. Дуже часто зустрічається шифрування відеопотоків додаванням додаткових полів, таких, як Service Information (SI), Program Specific Information (PSI), Entitlement Control and Entitlement Management Messages (ECM and EMM respectively). Шифрування зазвичай застосовується для корисного навантаження MPEG, а не заголовків. Далі рівень передачі готує MPEG-TS для доставки по всій мережі. Протоколи та стандарти для доставки послуг IPTV визначені в [3–5].

### Мережева архітектура

Розглянемо мережеву архітектуру, в якій буде проводитись дослідження IPTV відеопотоків реального часу, та визначимо ключові вимоги до неї. Одним із вузьких місць у наявних мережах може бути обмеження пропускної здатності з боку провайдера [6]. На рис. 3 зображено зразок IPTV архітектури мережевої топології. Зображена мережева архітектура матиме властивість масштабування із збільшенням кількості абонентів.

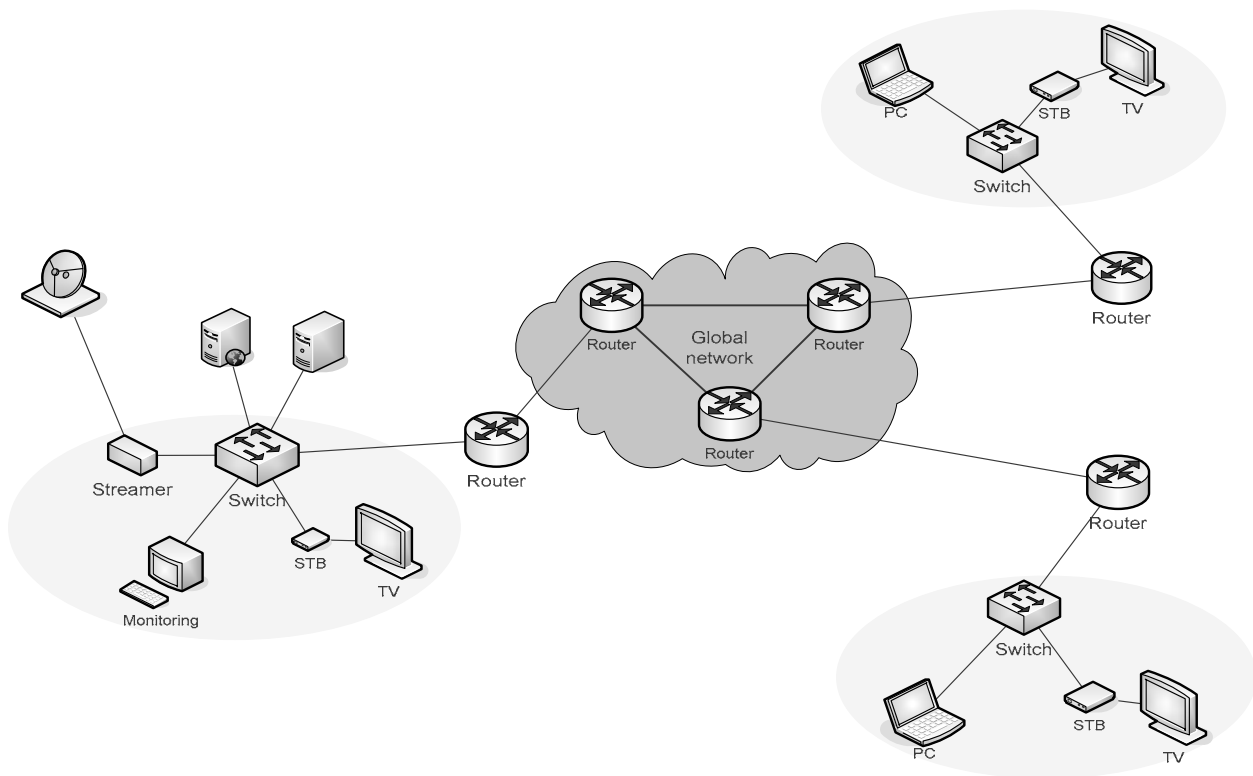


Рис. 3. Мережева архітектура IPTV мережі

Питання вибору компонентів IPTV інфраструктури (головної станції, транспортних протоколів, абонентських приставок) вирішує провайдер та їх не розглянуто в цій статті.

### Вплив параметрів H264 кодека на якість відеосигналу

Перш ніж передавати відеопотоки через мережу, здебільшого їх компресують та закодують з метою пониження бітрейту, щоб знизити вимоги до пропускної здатності каналу передачі даних. Кодування проводиться з MPEG-2 в MPEG-4. Є дуже велика кількість параметрів кодеку, які впливають на якість та ступінь компресії відеопотоку. У цьому дослідженні було вибрано найвикористовуваніші параметри відеокодеку h264, серед яких варто зазначити такі:

```
{vcodec=h264,threads=2,fps=25,high
priority=yes,venc=x264{me=hex,merange=8,subme=3,analyse=none,profile=baseline,direct=spatial,part
itions="p8x8,b8x8,i8x8,i4x4",pbratio=1.5,bframes=1,ref=1,mixed-refs=off,weightb=on,vbv-
maxrate=1000,vbv-bufsize=1500,rateI=1500.0,scenecut=50},vb=1000,deinterlace=yes,nohurry-
up,acodec=mp4a,ab=128,channels=1,audio-sync}
```

Розглянемо коротко найважливіші з цих параметрів.

- *Threads* – дає змогу проводити паралельне кодування потоків на декількох CPU. Оскільки на машині, на якій проводилось дослідження, встановлено двоядерний процесор, то параметра threads присвоєно значення 2.
- *Fps* – кількість кадрів за секунду, які відобразатимуться на екрані телевізора чи монітора. fps=25 вважається достатнім для того, щоб зображення виглядало неперервним.
- *me* – використовується для вибору методу оцінювання руху. Зміна цієї опції безпосередньо впливає на співвідношення швидкість/якість. Значення me = hex – розумний вибір між швидкістю і якістю.
- *partitions* – задіює використання сегментів у передбачених макроблоках. Її включення призведе до доволі постійної 10–15 % втрати у швидкості. Ця опція є практично непотрібною для вихідного матеріалу, що містить невелику кількість динамічних сцен, тим не менше, для деякого високодинамічного матеріалу, особливо з великою кількістю дрібних об'єктів, що рухаються, вона має важливе значення.

- *bframes* – використання В-кадрів зазвичай прискорює другий прохід, а також може прискорити кодування з одним проходом, якщо відімкнено адаптивне прийняття рішення про В-кадри. З відімкненим адаптивним прийняттям рішення про В-кадри, оптимальне значення цієї опції звичайно не перевищує  $bframes = 1$ , інакше можуть постраждати динамічні сцени. З ввімкненим адаптивним прийняттям рішення про В-кадри, можна безпечно використовувати вищі значення; кодер зменшить кількість В-кадрів у сценах, де вони перешкоджають стисненню.
- *vbv-maxrate* – ця опція вказує на максимально можливе значення бітрейту вихідного відеопотоку
- *vbv-bufsize* – опція, яка задає розмір буфера. Розмір буфера потрібно вибирати так, щоб можна було зменшити вплив затримок під час передавання сигналу по мережі, а також затримок, які виникають під час кодування вхідного відео- та аудіосигналу
- *vb* – це дійсне значення бітрейту, з яким буде транслюватись вихідний відеопотік.

У наступних кількох опціях, задаються параметри для кодування аудіопотоків, а саме: *acodec* задає, яким кодеком буде закодовано аудіопотік, та параметр *ab* – задає значення бітрейту для вихідного аудіопотоку [7].

З наведених опцій бачимо, що окремо можна задавати параметри як для аудіопотоків, так і для відео-, не варто забувати, що будь-який потік (аудіо чи відео) можна передавати в оригіналі без перекодування, а інший перекодувати в реальному часі.

Під час проведення досліджень на вхід подавався цифровий IPTV канал у форматі MPEG2, бітрейт якого в середньому становить 3–4 Мбіт/с. Для дослідження було використано різні значення вихідного бітрейту саме для відеопотоку (бітрейт аудіопотоку залишався стабільним, 128 Кбіт/с). Декодований потік аналізувався за допомогою Elecard Stream Analyzer протягом трьох хвилин. У результаті підраховувались значення помилкових чи втрачених пакетів. Спочатку встановлювалось мінімальне значення бітрейту, за якого ще якість вихідного сигналу була задовільною, пізніше значення бітрейту збільшувалось до тих пір, поки кількість помилкових чи втрачених пакетів починала дорівнювати 0. Результати досліджень наведено в таблиці.

Кількість втрачених чи помилкових пакетів, <i>N</i> .	Значення вихідного бітрейту, <i>B</i> , Кбіт/с
58	256
28	500
17	750
11	1000
6	1300
2	1500
0	1750

За результатами досліджень на рис. 4 наведено графічну залежність кількості помилково прийнятих пакетів від значення бітрейту вихідного потоку.

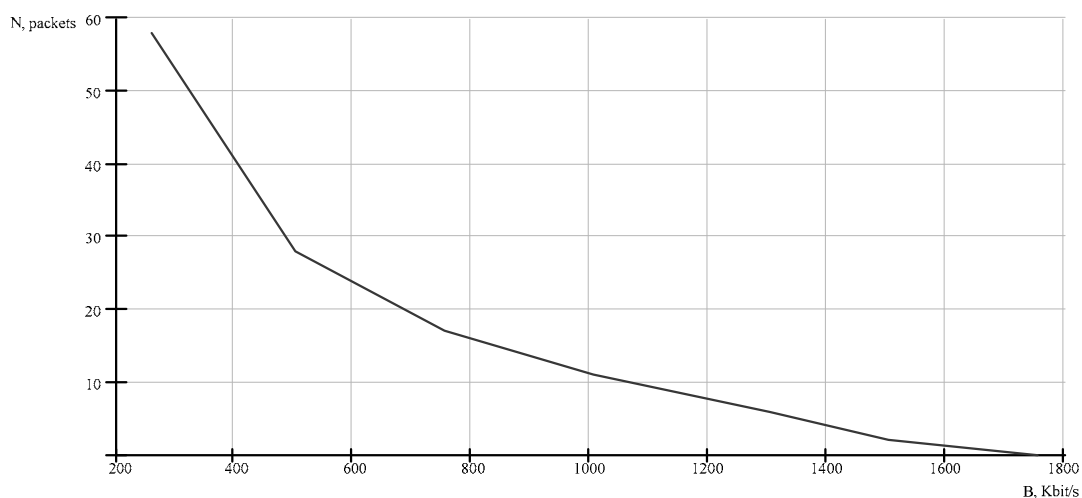


Рис. 4. Залежність кількості втрачених пакетів від значення бітрейту вихідного потоку

Далі подано ще кілька залежностей, які показують, як залежить середня завантаженість сервера, на якому проводиться кодування вхідного потоку, від значень вихідного бітрейту. Подано графічні залежності для трьох випадків, за відсутності вхідного потоку (робота машини без виконання кодування), за мінімального значення бітрейту, тобто 256 Кбіт/с та максимального значення 1750Кбіт/с.

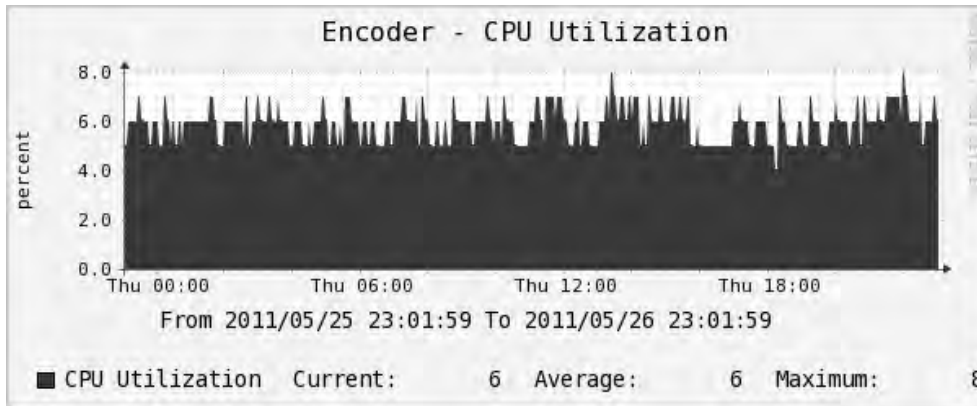


Рис. 5. Завантаженість процесора за відсутності кодування

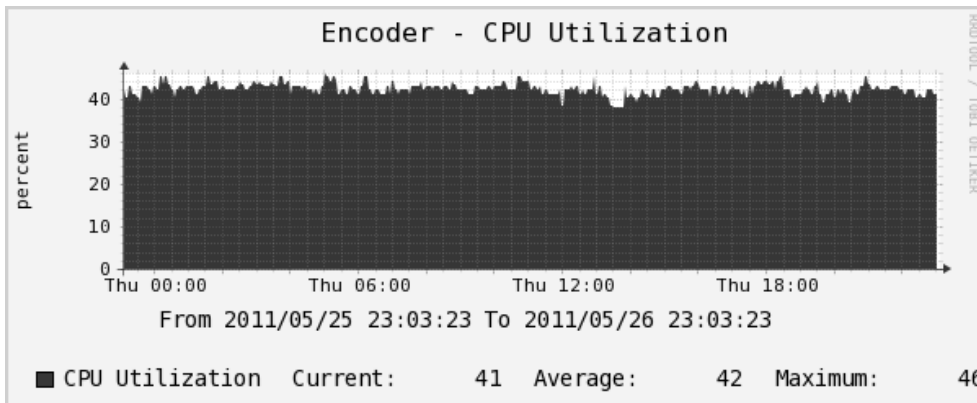


Рис. 6. Завантаженість процесора під час кодування відеопотоку з вихідним бітрейтом 256 Кбіт/с

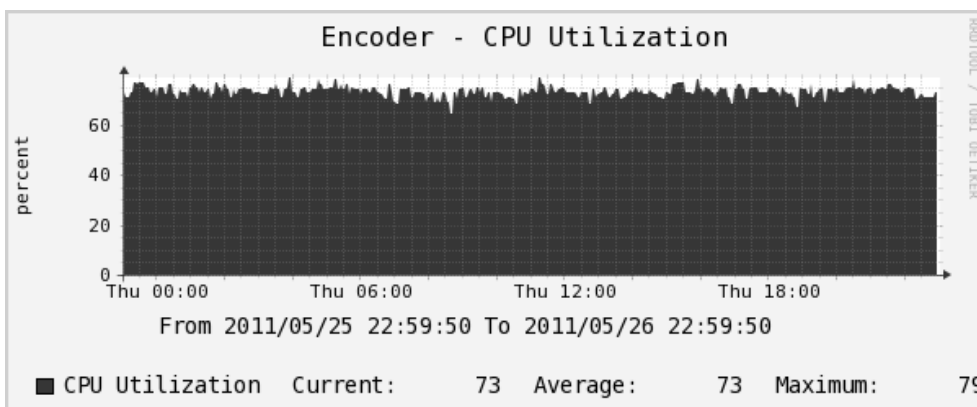


Рис. 7. Завантаженість процесора під час кодування відеопотоку з вихідним бітрейтом 1750 Кбіт/с

Із наведених графіків бачимо, що завантаженість процесора за нормальної роботи системи та відсутності кодування становить в середньому 6 %, під час кодування відеопотоку з вихідним бітрейтом 256 Кбіт/с це значення дорівнює 40 %, а для останнього випадку, тобто максимального вихідного бітрейту завантаженість становить 70 %.

Із проведених досліджень можна зробити короткі узагальнення. Потрібно зазначити, що параметри кодування потрібно вибирати оптимальними щодо якості сигналу та завантаженості процесора. За значення вихідного бітрейту 256 Кбіт/с, завантаженість процесора була невисока, однак кількість втрачених пакетів доволі високою. Також можна зауважити, що за таких параметрів якість сигналу була незадовільною, що можна було спостерігати, проявлялись підмерзання та розсіпання зображення. За вихідного бітрейту 1800 Кбіт/с, якість вихідного сигналу була доволі хорошою, втрачених пакетів зовсім не було, проте завантаженість процесора була доволі значною. З проведених досліджень випливає, що найоптимальнішим є параметри кодера із значенням вихідного бітрейту 1500 Кбіт/с, за якого втрати пакета практично не помітні, а якість відеосигналу є задовільною для сприйняття.

### Висновки

У цій роботі було досліджено вплив параметрів кодера на якість вихідного сигналу. Досліджувалась залежність кількості помилкових пакетів (Error PCR) від величини вихідного бітрейту, а також залежність завантаженості машини, на якій проводитиметься кодування від вихідного бітрейту.

Базуючись на наявних підходах до оцінювання якості цифрового телебачення, у цій роботі було вибрано метод, який дав змогу оцінити вплив параметрів кодера на якість відеосигналу та завантаженість машини, на якій проводиться кодування. Потрібно зазначити, що запропонований метод не враховує проблем, які можуть виникати в середовищі передачі. Вважається, що сервіс надається в локальній мережі, а ділянка між користувачем та сервером, на якому здійснюється кодування, є достатньо надійною. Проведене дослідження дає змогу ефективно підбирати параметри для проведення ефективного кодування, які позначаються на якості цифрового телебачення та зможуть забезпечити надійний та якісний сервіс для кінцевих користувачів, що є однією із найважливіших вимог будь-якого провайдера послуг.

1. Kyryk M., Kostiv O. *Quality of Experience for IPTV // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science: Proc. Int. Conf TCSET'2010.* – Lviv: Publishing house of Lviv Polytechnic, 2010. – P. 214. 2. *Testing MPEG based IP video QoE/QoS, Shenick Network Systems.* 3. *ITU-T Recommendation ITU-T Y.1901 (2009), Requirements for the support of IPTV services.* 4. *RFC 2250 – A Packetization method for transportation of MPEG-TS utilizing RTP protocols.* 5. *RFC 1889 – An outline of RTP and RTCP, provisioning a method of transportation independent of transport and network layers.* 6. *Akira Takahashi. Overview of ITU-T and its standardization of QoE assessment methodologies, IEICE Tech. Rep., vol. 110, no. 118, CQ2010-28, pp. 65–69, July 2010.* 7. *Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения.* – М.: Техносфера, 2005. – 368 с.