

Загальні принципи та приклади технічних рішень для адаптивного управління якістю зображення в телебаченні

General Principles and Examples of Technical Solutions for Adaptive Image Quality Control in Television

Анотація Побудовано узагальнену картину щодо колориметричних характеристик телевізійних та мультимедійних систем на основі аналізу світових стандартів і рекомендацій.

1 Вступ

Формування цифрового ТВ сигналу, інформація транспортування для адаптивності будь-яких частин ТВ тракту є фактором, що забезпечує можливості адаптивного управління відтворених ТВ зображень. Тут містяться:

- Загальні принципи оптимізації якості кольоровідтворення в адаптивних ТВ системах;
- Структурні схеми та алгоритми обробки, що використовуються для адаптивного управління якістю зображення;
- Параметри та інша інформація для адаптивного управління характеристик ТВ тракту "від світла-до-світла".

2 Загальні принципи оптимізації якості кольоровідтворення в адаптивних ТВ системах

Процес адаптивного управління складається з трьох частин:

- корекція результуючих характеристик ТВ тракту від світла-до-світла (мінімізація існуючих спотворень);
- максимізація візуальної еквівалентності відтвореного кольорового зображення стосовно передаваного оригіналу за різних умов колірності та освітленості на передавальній і приймальній сторонах (це є ціллію оптимізації якості кольоровідтворення);
- рішення завдання компромісу між трьома компонентами якості (аналоговим, цифровим та колориметричним) яке може впливати на якість отриманих зображень, необхідну швидкість цифрового потоку, складність програмного та технічного забезпечення тощо.

Визначення вимог щодо якості ТВ зображень необхідно для рішення усіх трьох завдань. Крім того рішення третьої задачі пов'язане з використанням характеристик спотворень для індивідуальних факторів та інтегрального критерію якості (закон додавання) для всіх факторів разом.

Можна прогнозувати, що швидкий прогрес технологій майбутнього дозволить виконувати глобальну оптимізацію якості зображення з урахуванням не тільки характеристик ТВ тракту й умов перегляду, але також і сюжету зображень.

Abstract Generalized review of colorimetric characteristics of television and multimedia systems is built on the basis of international standards and recommendations.

1 Introduction

Composition of digital TV signal, conveying information for adaptivity of any parts of TV path, is a factor that provides the possibilities for adaptive control of quality of reproduced TV images. In this Report are contained:

- General principles of colour reproduction quality optimization in adaptive TV systems;
- Block diagrams and processing algorithms used for adaptive image quality control;
- Parameters and other information for adaptive control of characteristics of "light-to light" TV chain.

2 General principles of colour reproduction quality optimization in adaptive TV systems

The process of adaptive control may be interpreted as consisting of three parts:

- the equalization of summary responses of light-to-light TV chain (minimization of existing distortion);
- the maximization of visual equivalence of reproduced colour image to transmitted original in different lightness and colour environments at the transmitting and receiving ends (this is the subject of optimization of quality of colour reproduction – Draft new Recommendation [ITU-R BT [Doc. 6/80]]);
- the solving of the task of compromise between three components of quality (analogue, digital and colorimetric) which may influence on quality received, needed bit rate, complexity of software and hardware etc.

The definition of the requirements for TV images quality is needed for solving all three tasks. Besides of that, the solving third task is related with use of impairment responses for individual factors and integral criterion of quality (law of addition) for all the factors taken together.

It may be foreseen that the fast progress in technologies in future will let the global optimization of image quality considering not only TV chain responses and viewing conditions but the images content as well.

У зв'язку із цим поточним завданням є розробка формату баз даних для застосування на передавальній і приймальній сторонах ТВ тракту, у якому будуть передаватися необхідні дані й алгоритми оптимізації. Для цього потрібно визначити необхідні характеристики спотворень і інтегральні критерії.

Для знаходження підходів і методології одержання таких даних при рішенні цього завдання необхідно провести дослідження.

• Джерело ТВ сигналу генерує:

а) початковий ТВ сигнал, характеристики якого визначені в Рекомендації ITU-R BT.1361;

б) додаткову інформацію, що містить:

– інформацію про структуру додаткової переданої інформації;

– інформацію про індивідуальні параметри ТВ сигналу на виході джерела (що характеризує спотворення, внесені джерелом);

– інформацію про умови спостереження на передавальній стороні;

Примітка: В випадку, коли зйомка сцени проводиться повністю, це відповідає умовам спостереження визначених специфічною освітленістю та кольоровим оточенням, інформація щодо якого передається.

У випадку, коли сцена формується з об'єктів (в випадку використання об'єктно-орієнтованого підходу для представлення відеоінформації), знятої в різних умовах спостереження, інформація, що передається особлива для кожного з об'єктів має бути сформована з інформації з умов спостереження по кожному об'єкту.

– інформацію про тип та/чи статистику переданих зображень/послідовностей.

• На передавальній стороні використовується інтелектуальний блок, котрий:

– містить в власній пам'яті інформацію про стандартну модель опорного відтворюючого обладнання та опорних умов спостереження;

– аналізує спотворення, внесені джерелом світла, камерою та за рахунок умов спостереження завдяки їх відмінності від стандартних;

– генерує інформацію про спотворення, яка може бути використана для корекції;

– виконує корекцію спотворень на передавальній стороні та генерує інформацію про остаточні спотворення для можливої корекції в подальшому;

– здійснює можливу попередню обробку відеоінформації для підвищення ефективності цифрового кодування джерела з точки зору компромісу між швидкістю цифрового потоку та якістю відеоінформації після декодування;

– готує допоміжну інформацію для подальшої корекції спотворень на приймальній стороні;

– генерує програму корекції зображення на приймальній стороні для передавання її приймачеві;

– оцінює та документує результуючу якість переданого зображення з урахуванням стандартних характеристик відтворення та спостереження на приймальній стороні.

In this relation it is an actual task to work up the format of data bases for use in transmitting and receiving ends of TV chain containing needed data and algorithms for such optimization. The needed impairment responses and integral criterions have to be defined for this purpose.

The studies are needed for definition the approaches and methodology of receiving such data for solving this task.

• The source of TV signal generates:

a) source TV signal with characteristics specified in Recommendation ITU-R BT.1361;

b) additional information containing:

– information on the structure of the additional information transmitted;

– information on individual parameters of the source of TV signal (characterizing the distortions brought by the source);

– information on viewing conditions at the transmitting end;

Note: In the case when capturing of the scene as the whole is conducted, this is corresponded with viewing conditions defined with specific lightness and colour environment, information on which is transmitted.

In the case when the scene is composed of the objects (in the case of use of object-oriented approach for representation of video information), captured in different viewing conditions, the information transmitted specific for each of the objects should be composed of information on viewing conditions on each object.

– information on type and/or statistics of transmitted images/sequences.

• At the transmitting end an intelligent block is used which:

– contains in its memory the information on the standard model of reference display equipment and reference viewing conditions;

– analyses the distortions brought in by light source, camera and viewing conditions due to their difference from standard reference ones;

– generates the information about distortions which may be used for the correction;

– fulfils the correction of the transmitting end distortions and generates the information on residual distortion for possible further correction;

– fulfils the possible preliminary video information processing to enhance the performance of digital source coding algorithms as the compromise between bitrate and video information quality after the decoding stage;

– prepares an advisory information for possible correction of distortions at the receiving end;

– generates the program for image correction at the receiving end which may be transmitted to the receiver;

– evaluates and records the final quality of transmitted image considering its' standard characteristics of its' reproduction and observation on the receiving end.

- На передавальній стороні до транспортного потоку також вводять додатковий потік з інформацією щодо подальшої оптимізації якості відтворення на приймальній стороні

- На приймальній стороні використовується інтелектуальний блок, котрий:

- містить в власній пам'яті інформацію про стандартну модель опорного відтворюючого обладнання та опорних умовах спостереження;

- генерує інформацію щодо спотворень за рахунок відмінності характеристик відтворювального обладнання та за умов спостереження від стандартних для використання для корекції спотворень на приймальній стороні;

- виконує корекцію спотворень на приймальній стороні

на основі

допоміжної інформації, що її було прийнято з приймальної сторони та інформації про спотворення, згенерованій на приймальній стороні;

та/або

програми, що її було прийнято з передавальної сторони;

- оцінює й документує результуючу якість відтворення зображень.

3 Структурні схеми і алгоритми оброблення, які використовуються для керування адаптивною якістю зображення

Структурні схеми функціонування на сторонах передавача і приймача представлені на рис. 1 і 2.

Як попередні для коригування на передавальній стороні використовуються:

- характеристики, які визначають якість зображення, переданого від джерела;

- параметри адаптації зорового сприйняття до умов спостереження переданого зображення на передавальній стороні ;

- параметри, які характеризують стандартні еталонні умови на приймальній стороні;

Друга фаза – це перетворення, яке залежить від контенту зображення. Реалізація основного пункту цього перетворення може бути зрозуміла після подальших досліджень. Як приклад такого перетворення може бути наступне, залежне від:

- діапазонів сигналу дійсного рівня

- статистичних характеристик зображення

- використовуваних параметрів методів оброблення.

Це перетворення може включати додаткові засоби, які забезпечують кращу ефективність стиснення зображення в початковому кодуванні чи кращу якість із специфікованою швидкістю стиснення і алгоритмом.

- At the transmitting end the additional stream including an information for the receiving end is transmitted inside Transport Stream to be used for full colour reproduction quality optimization.

- At the receiving end the intelligent block is which

- contains in its' memory the information of standard model of reference display equipment and reference viewing conditions;

- generates the information on distortions, which are introduced by displaying device individual characteristics and viewing conditions and their difference from the reference ones, to be used for the correction at the receiving end;

- performs the distortions correction at the receiving end

on the basis of

advisory information received in the bit stream content from the transmitting end and/or information on distortions that is generated at the receiving end

and/or

using the program received from the transmitting end;

- evaluates and records the final reproduced image quality.

3 Block diagrams and processing algorithms used for adaptive image quality control

Block diagrams of processing on transmitter and receiver sides are shown on Figures 1 and 2.

As initial for correction at transmitting side used:

- Responses defining the quality of source image;

- Viewing perception adaptation parameters and conditions of viewing transmitted image at the transmitting side ;

- The parameters characterizing standard reference conditions at receiving side

The second phase is a transform, dependent on image content. Realization of the main point of transform may be cleared after further studies. An example of such a transform may be next, dependent on:

- Actual level signal ranges

- Image statistic characteristics

- Used processing methods parameters

This transform may include additional means providing better effectiveness of image compression in source coding or better quality with specified compression rate and algorithm.

4 Параметри та інша інформація для адаптивного керування характеристиками телевізійного кола "від світла-до світла"

Існує певна кількість параметрів, які корисні для включення (всі або частково) в програмний потік, який включає:

- параметри двовимірної характеристики MTF сигналів від джерела Y, C_R, C_B;
- колориметричні параметри оптичної системи, системи, яка розрізняє кольори і джерело сигналу;
- параметри характеристик формування початкового сигналу (джерела) і його оброблення перед цифровим кодуванням (двовимірне коригування різкості, можливе гасіння шуму, тощо);
- якісні параметри початкового сигналу;
- параметри послідовності переданого зображення, яке може впливати на якість зображення (тип спортивних програм, фільми та інше), деталі, колориметричні параметри, напівтони, рахунок та інше);
- інформація для безпосереднього керування обробленням на ближньому кінці (якщо доступно).

4 Parameters and other information for adaptive control of characteristics of "light-to light" TV chain

There are a number of parameters, which are useful to include (all or in part) into a programme flow, including:

- parameters of the two-dimensional MTF characteristics of source Y, CR, CB signals;
- the colorimetric parameters of optics, colour-splitting system and signal source;
- parameters of source signal shaping characteristics and its processing before digital coding (two-dimensional crispering, possible noise cancellation, possible corrections and other);
- source signal qualitative parameters;
- parameters of the transmitted images sequence, which can influence on image quality (type of sports program, film and other), detail, colorimetric parameters, half-tone, invoice and other);
- information for direct processing control at the near end (if available).

In the header of the block, containing these additional parameters, their list should be preceded by a vector, which characterizes the location of the appropriate information elements.

It is supposed that the receiver of the future will contain the intelligent processing capacity to calculate the necessary processing parameters for each image, considering the compression method used, and received information, based on a criterion of maximum colour image subjective quality.

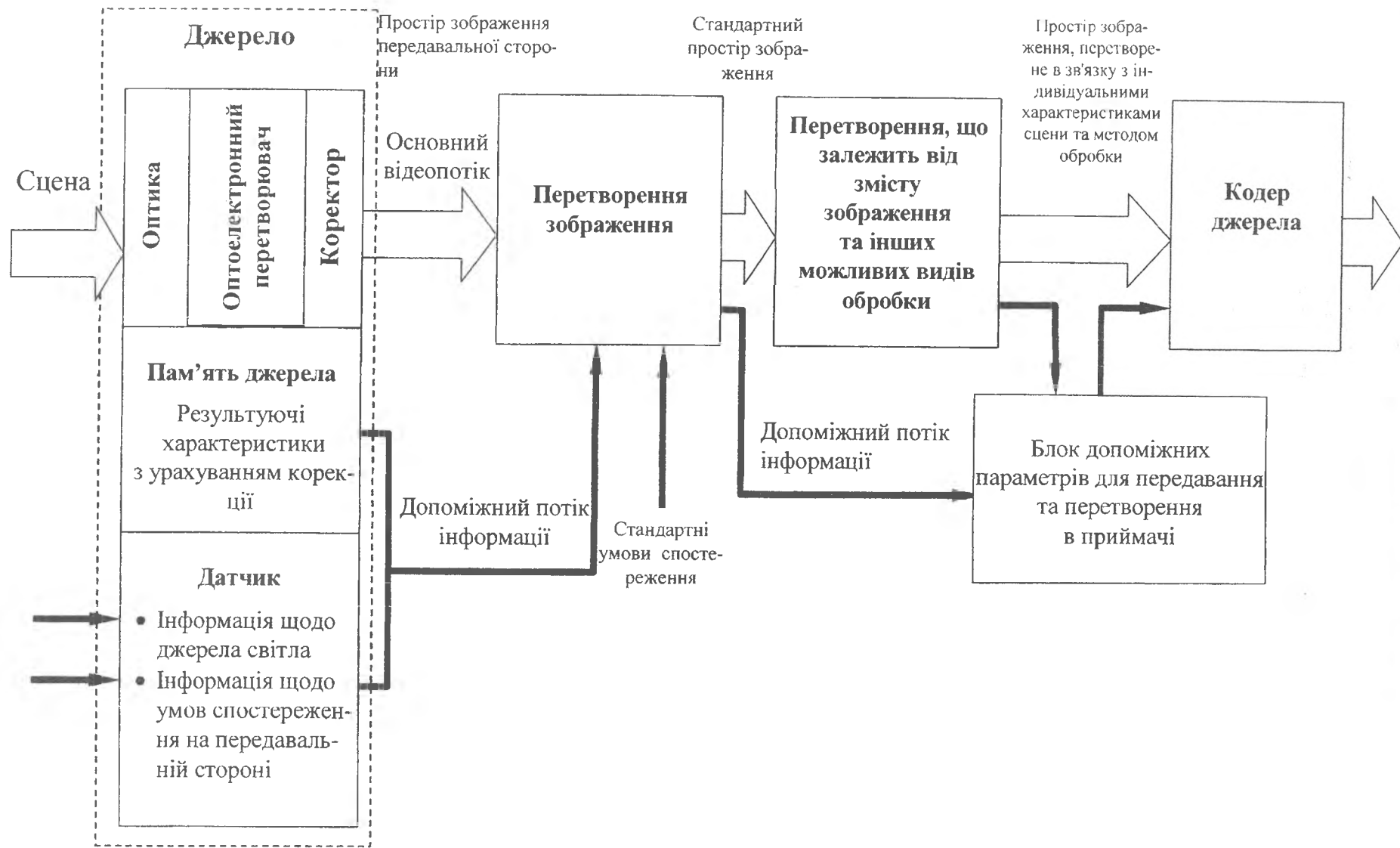


Рисунок 1 – Структурна схема передавальної частини системи адаптивного управління

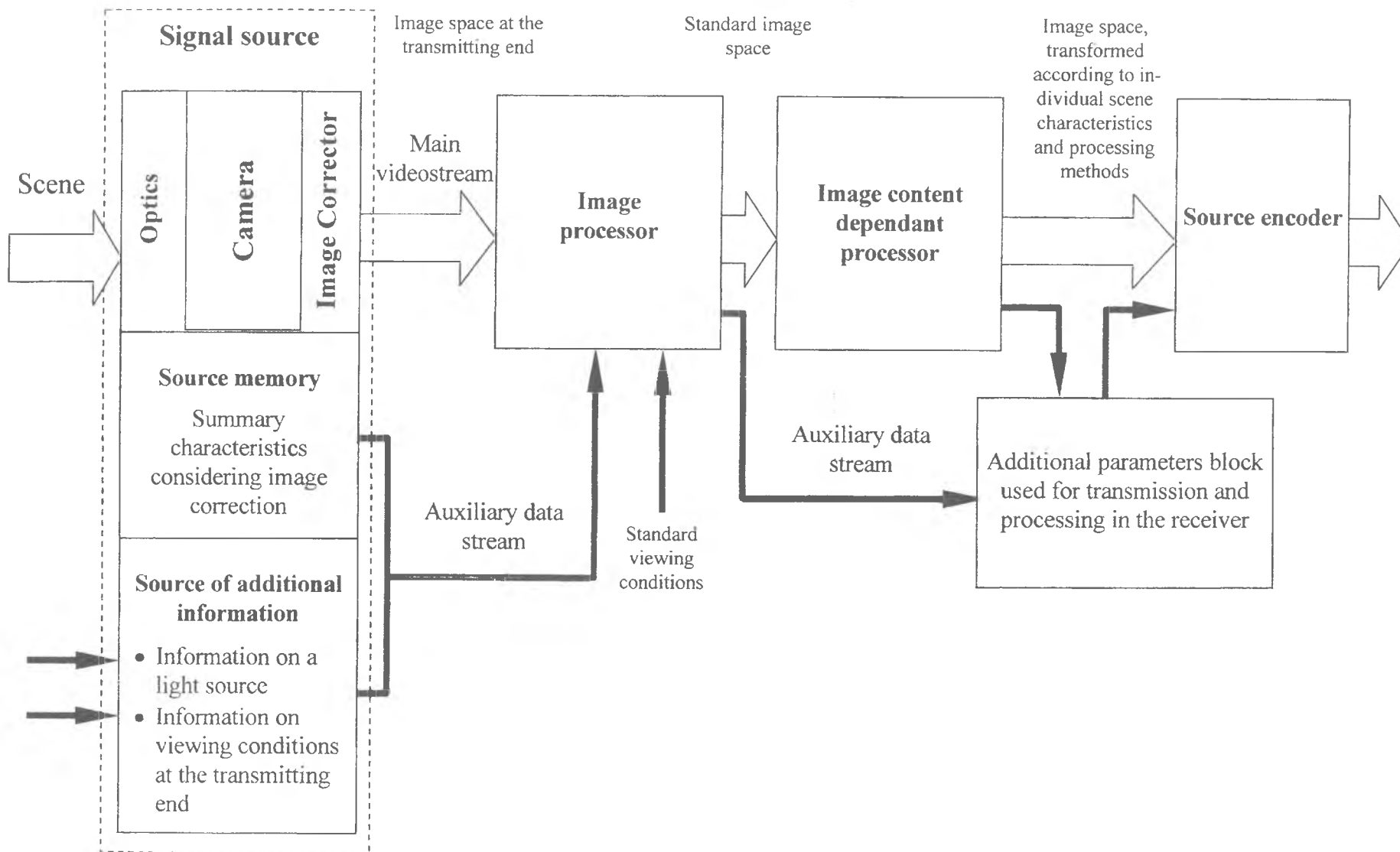


Figure 1 – Block diagram for transmission part of adaptive quality control system

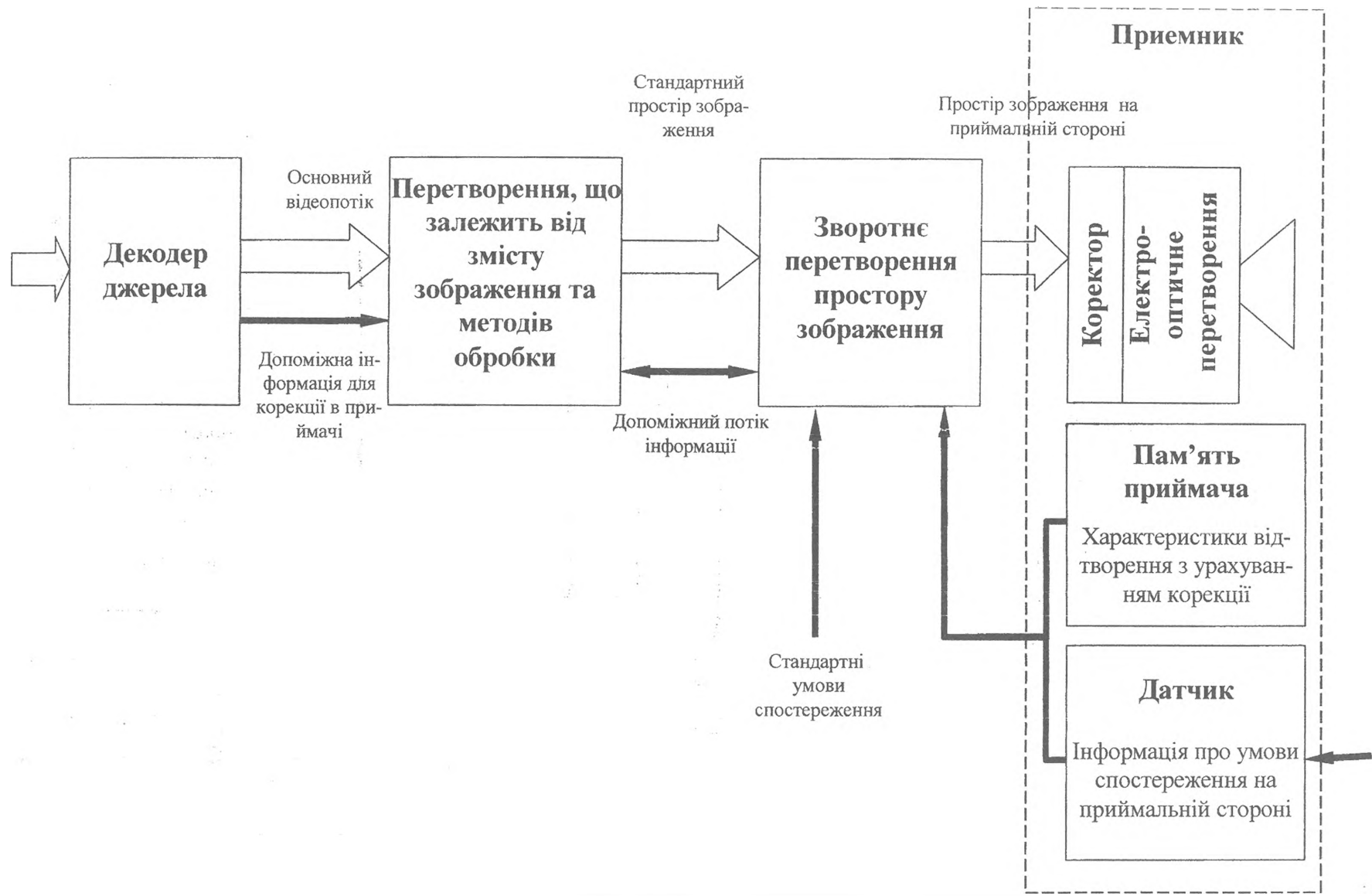


Рисунок 2 – Структурна схема приймальної частини системи адаптивного управління

Рисунок 2 – Структурна схема приймальної частини системи адаптивного управління

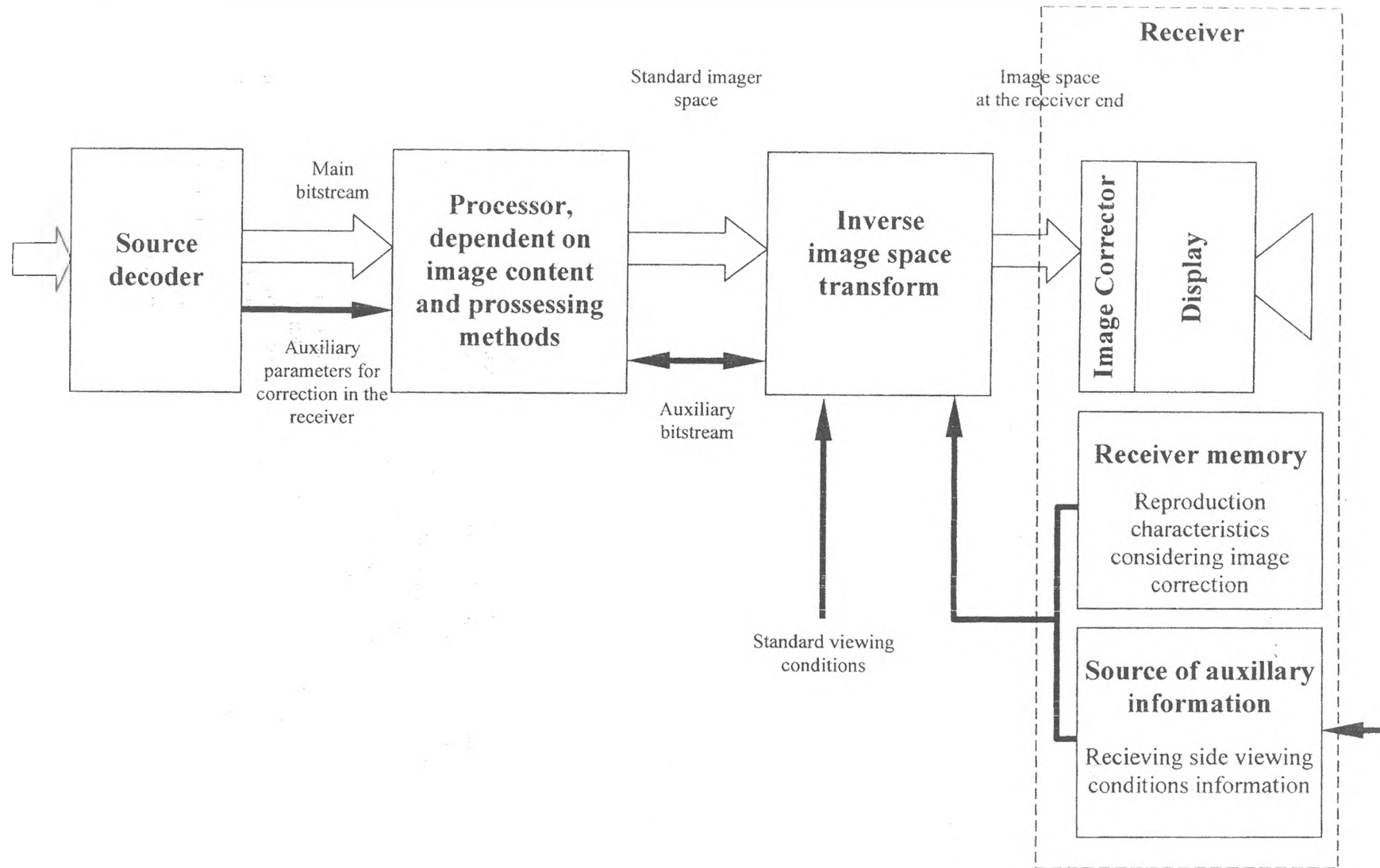


Figure 2 - Block diagram for receiving part of adaptive quality control system