



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 123388

(13) C2

(51) МПК

G10L 19/008 (2013.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 04246	(72) Винахідник(и):	Віллемоес Ларс (SE), Пурнхаген Хейко (SE), Лехтонен Хайді-Марія (SE)
(22) Дата подання заявки:	28.10.2015	(73) Володілець (володільці):	ДОЛБІ ІНТЕРНЕТНЛ АБ, Apollo Building, 3E, Herikerbergweg 1-35, NL-1101 CN Amsterdam Zuidoost, The Netherlands (NL)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	01.04.2021	(74) Представник:	Михайлюк Валентин Іванович, реєстр. №1
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	62/073,462, 62/167,711	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	WO 2014/126689 A1, 21.08.2014 US 2006/165184 A1, 27.07.2006 HERRE J PRG A[1/4]RGEN ET AL. MPEG Surround-The ISO/MPEG Standard for Efficient and Compatible Multichannel Audio Coding. - JAES, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520, NEW YORK 10165-2520, USA. - 01.11.2008, vol. 56, no. 11, pages 932 - 955, XP 040508729
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	31.10.2014, 28.05.2015		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.08.2017, Бюл.№ 15		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	31.03.2021, Бюл.№ 13		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2015/075022, 28.10.2015		

(54) ПАРАМЕТРИЧНЕ МІКШУВАННЯ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ**(57) Реферат:**

У блоці кодування блок знижувального мікшування формує перший і другий канали сигналу знижувального мікшування як лінійні комбінації, відповідно, першої та другої груп каналів М-канального звукового сигналу; і блок аналізу визначає параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення звукового сигналу та параметри мікшування. У блоці декодування блок декореляції виводить декорельований сигнал на основі сигналу знижувального мікшування; і блок мікшування визначає коефіцієнти мікшування на основі параметрів мікшування або параметрів підвищувального мікшування та формує К-канальний вихідний сигнал як лінійну комбінацію сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування. Канали вихідного сигналу апроксимують лінійні комбінації К груп каналів, відповідно, звукового сигналу. К групи являють собою інше розбиття звукового сигналу, ніж перша та друга групи, і $2 \leq K < M$

UA 123388 C2

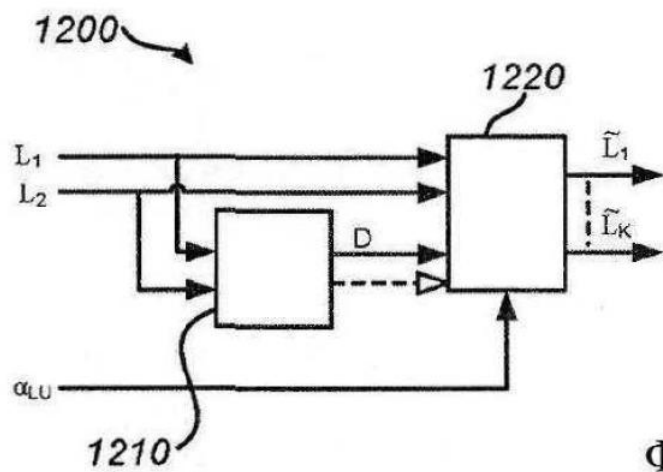


Fig. 12

Перехресне посилання на спорідненні заявки

Дана заявка заявляє пріоритет попередньої заявки на патент США №62/073462, поданої 31 жовтня 2014 р., і попередньої заявки на патент США №62/167711, поданої 28 травня 2015 р., які повністю включено в даний документ за допомогою посилання.

5 Галузь техніки, до якої належить винахід

Винахід, який розкривається в даному документі, в цілому належить до кодування і декодування звукових сигналів і, зокрема, до мікшування каналів сигналу знижувального мікшування на основі пов'язаних метаданих.

Передумови винаходу

10 Системи програвання звуку, які містять декілька гучномовців, часто використовують для відтворення звукової сцени, представленої багатоканальним звуковим сигналом, при цьому відповідні канали багатоканального звукового сигналу програвать на відповідних гучномовцях. Багатоканальний звуковий сигнал міг, наприклад, бути записаний за допомогою ряду акустичних перетворювачів або міг бути згенерований за допомогою устаткування авторської розробки звуку. У багатьох ситуаціях мають місце обмеження смуги пропускання для передачі звукового сигналу на устаткування для програвання і/або обмежений об'єм для зберігання звукового сигналу в пам'яті комп'ютера або в переносному пристрої зберігання даних. Існують системи кодування звуку для параметричного кодування звукових сигналів з метою зменшення необхідних смуги пропускання або об'єму пам'яті. На стороні кодера ці системи, як правило, піддають багатоканальний звуковий сигнал знижувальному мікшуванню в сигнал знижувального мікшування, який, як правило, являє собою монофонічний (один канал) або стереофонічний (два канали) сигнал знижувального мікшування, і добувають додаткову інформацію, яка описує властивості каналів за допомогою параметрів, таких як різниці рівнів та взаємна кореляція. Сигнал знижувального мікшування і додаткову інформацію потім кодують і направляють на сторону декодера. На стороні декодера багатоканальний звуковий сигнал відновлюють, тобто апроксимують, із сигналу знижувального мікшування під керуванням параметрів з додаткової інформації.

Беручи до уваги широкий діапазон пристроїв і систем різних типів, доступних для програвання багатоканального звукового вмісту, включаючи сегмент, що розвивається, націлений на кінцевих користувачів у їхніх будинках, існує потреба в нових і альтернативних способах ефективного кодування багатоканального звукового вмісту зі зменшенням вимог до смуги пропускання і/або необхідного об'єму пам'яті для зберігання, полегшення відновлення багатоканального звукового сигналу на стороні декодера і/або підвищення точності відтворення багатоканального звукового сигналу при відновленні на стороні декодера. Також існує потреба в полегшенні програвання кодованого багатоканального звукового вмісту на системах динаміків різних типів, у тому числі на системах з кількістю динаміків, яка менше кількості каналів, присутніх в оригінальному багатоканальному звуковому вмісті.

Стислий опис графічних матеріалів

Надалі наведені для прикладу варіанти здійснення будуть описані більше докладно та з посиланням на супровідні графічні матеріали, на яких:

фіг. 1 - узагальнена функціональна схема блока кодування для кодування M -канального сигналу як двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

45 фіг. 2 - узагальнена функціональна схема системи кодування звуку, яка містить блок кодування, зображений на фіг. 1, згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 3 - блок-схема способу кодування звуку для кодування M -канального звукового сигналу як двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

50 фіг. 4-6 - схеми альтернативних способів розбиття 11.1-канального (або 7.1+4 канального, або 7.1.4-канального) звукового сигналу на групи каналів, представлені відповідними каналами сигналу знижувального мікшування, згідно із наведеними для прикладу варіантами здійснення;

фіг. 7 - узагальнена функціональна схема блока декодування для надання двоканального вихідного сигналу на основі двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних параметрів підвищувального мікшування згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 8 - узагальнена функціональна схема системи декодування звуку, яка містить блок декодування, зображений на фіг. 7, згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

60 фіг. 9 - узагальнена функціональна схема блока декодування для надання двоканального

вихідного сигналу на основі двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних параметрів мікшування згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 10 - блок-схема способу декодування звуку для надання двоканального вихідного сигналу на основі двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 11 - схематичне зображення машинопрочитаного носія згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 12 - узагальнена функціональна схема блока декодування для надання K -канального вихідного сигналу на основі двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних параметрів підвищувального мікшування згідно з одним із наведених для прикладу варіантів здійснення;

фіг. 13-14 - схеми альтернативних способів розбиття 11.1-канального (або 7.1+4 канального, або 7.1.4-канального) звукового сигналу на групи каналів згідно із наведеними для прикладу варіантами здійснення; і

фіг. 15-16 - схеми альтернативних способів розбиття 13.1-канального (або 9.1+4 канального, або 9.1.4-канального) звукового сигналу на групи каналів згідно із наведеними для прикладу варіантами здійснення.

Усі фігури є схематичними та в цілому лише показують частини, необхідні для того, щоб пояснити винахід, тоді як інші частини можуть бути пропущені або можуть лише припускатися.

Опис наведених для прикладу варіантів здійснення

В межах даного документа звуковий сигнал може являти собою окремий звуковий сигнал, звукову частину аудіовізуального сигналу або мультимедійного сигналу, або будь-який із цих сигналів у комбінації з метаданими.

В межах даного документа канал являє собою звуковий сигнал, пов'язаний з попередньо визначеним/фіксованим просторовим положенням/орієнтацією або невизначеним просторовим положенням, таким як «ліве» або «праве».

I. Огляд - сторона декодера

Згідно з першим аспектом в наведених для прикладу варіантах здійснення запропоновано системи декодування звуку, способи декодування звуку та пов'язані комп'ютерні програмні продукти. Запропоновані системи, способи та комп'ютерні програмні продукти декодування згідно з першим аспектом можуть у цілому мати ті самі ознаки та переваги.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення запропоновано спосіб декодування звуку, який включає приймання двоканального сигналу знижувального мікшування. Сигнал знижувального мікшування пов'язаний з метаданими, які містять параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Спосіб декодування звуку додатково включає: приймання щонайменше частини метаданих; генерування декорельованого сигналу на основі щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування; визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих; і формування двоканального вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування. Коефіцієнти мікшування визначають так, що перший канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і так, що другий канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Коефіцієнти мікшування також визначають так, що третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і так, що як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи.

M -канальний звуковий сигнал був закодований як двоканальний сигнал знижувального мікшування та параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу. При кодуванні M -канального звукового сигналу на стороні кодера формат кодування може бути вибраний, наприклад, для полегшення відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування, для підвищення точності відтворення M -канального звукового сигналу при його відновленні з сигналу знижувального мікшування і/або для підвищення ефективності кодування сигналу знижувального мікшування. Цей вибір формату кодування можна здійснити шляхом вибору першої та другої груп і формування

каналів сигналу знижувального мікшування як відповідних лінійних комбінацій каналів у відповідних групах.

Автори даного винаходу усвідомили, що, хоча вибраний формат кодування може полегшувати відновлення M -канального звукового сигналу з сигналу знижувального мікшування, сигнал знижувального мікшування сам по собі може не бути придатним для відтворення з використанням конкретної конфігурації з двома динаміками. Більш придатним для конкретної двоканальної установки відтворення, ніж сигнал знижувального мікшування, може бути вихідний сигнал, який відповідає іншому розбиттю M -канального звукового сигналу на третю та четверту групи. Тому надання вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих може підвищувати сприйману слухачем якість двоканального відтворення і/або підвищувати точність відтворення двоканальним відтворенням в звукове поле, представлене M -канальним звуковим сигналом.

Автори винаходу також усвідомили, що замість першочергового відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування, а потім генерування альтернативного двоканального представлення M -канального звукового сигналу (наприклад, шляхом адитивного мікшування), альтернативне двоканальне представлення, яке надається вихідним сигналом, може бути більш ефективно згенероване з сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих з використанням того факту, що деякі канали M -канального звукового сигналу згруповані разом в обох двоканальних представленнях подібним чином. Формування вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу може, наприклад, знижувати обчислювальну складність на стороні декодера і/або зменшувати кількість компонентів або етапів обробки, використовуваних для отримання альтернативного двоканального представлення M -канального звукового сигналу.

Перший канал сигналу знижувального мікшування міг, наприклад, бути сформований, наприклад, на стороні кодера як лінійна комбінація першої групи з одного або більше каналів. Аналогічно другий канал сигналу знижувального мікшування міг, наприклад, бути сформований на стороні кодера як лінійна комбінація другої групи з одного або більше каналів.

Канали M -канального звукового сигналу можуть, наприклад, утворювати підмножину більшої кількості каналів, які спільно представляють звукове поле.

Буде зрозуміло, що, оскільки і третя, і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи, то розбиття, яке надається третьою і четвертою групами, відрізняється від розбиття, яке надається першою і другою групами.

Декорельований сигнал служить для підвищення сприйманої слухачем розмірності звукового вмісту сигналу знижувального мікшування. Генерування декорельованого сигналу може, наприклад, включати застосування лінійного фільтра до одного або більше каналів сигналу знижувального мікшування.

Формування вихідного сигналу може, наприклад, включати застосування щонайменше деяких із коефіцієнтів мікшування до каналів сигналу знижувального мікшування та щонайменше деяких з коефіцієнтів мікшування до одного або більше каналів декорельованого сигналу.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення прийняті метадані можуть містити параметри підвищувального мікшування, і коефіцієнти мікшування можуть бути визначені шляхом обробки параметрів підвищувального мікшування, наприклад, шляхом виконання математичних операцій (наприклад, які включають арифметичні операції) стосовно параметрів підвищувального мікшування. Параметри підвищувального мікшування, як правило, є вже визначеними на стороні кодера та наданими разом із сигналом знижувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на стороні декодера. Параметри підвищувального мікшування несуть інформацію про M -канальний звуковий сигнал, який може бути використаний для надання вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування. Визначення на стороні декодера коефіцієнтів мікшування на основі параметрів підвищувального мікшування зменшує необхідність генерування додаткових метаданих на стороні кодера і дозволяє зменшити кількість даних, які передають зі сторони кодера.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення прийняті метадані можуть містити параметри мікшування, які відрізняються від параметрів підвищувального мікшування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти мікшування можуть бути визначені на основі прийнятих метаданих і, таким чином, на основі параметрів мікшування. Для полегшення визначення коефіцієнтів мікшування параметри мікшування можуть бути вже визначені на стороні кодера та передані на сторону декодера. Більше того, використання параметрів мікшування для визначення коефіцієнтів мікшування дозволяє керувати коефіцієнтами мікшування зі сторони кодера. Оскільки оригінальний M -канальний звуковий сигнал доступний

на стороні кодера, параметри мікшування можуть, наприклад, бути налаштовані на стороні кодера так, щоб підвищувати точність відтворення двоканального вихідного сигналу як двоканального представлення M -канального звукового сигналу. Параметри мікшування можуть, наприклад, являти собою самі коефіцієнти мікшування, або параметри мікшування можуть передбачати більш компактне представлення коефіцієнтів мікшування. Коефіцієнти мікшування можуть, наприклад, бути визначені шляхом обробки параметрів мікшування, наприклад, згідно з попередньо визначеним правилом. Параметри мікшування можуть, наприклад, містити три незалежно призначувані параметри.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти мікшування можуть бути визначені незалежно від будь-яких значень параметрів підвищувального мікшування, що дозволяє налаштовувати коефіцієнти мікшування незалежно від параметрів підвищувального мікшування та дозволяє підвищувати точність відтворення двоканального вихідного сигналу як двоканального представлення M -канального звукового сигналу.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення можна вважати, що $M = 5$, тобто M -канальний звуковий сигнал може являти собою п'ятиканальний звуковий сигнал. Спосіб декодування звуку згідно з даним наведеним для прикладу варіантом здійснення можна, наприклад, використовувати для п'яти звичайних каналів одного із прийнятих у цей час аудіоформатів 5.1 або для п'яти каналів на лівій або правій стороні у багатоканальному звуковому сигналі 11.1. Альтернативно можна вважати, що $M = 4$ або $M \geq 6$.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення кожний коефіцієнт підсилення, який задає внесок каналу M -канального звукового сигналу в одну з лінійних комбінацій, які відповідають каналам сигналу знижувального мікшування, може збігатися з коефіцієнтом підсилення, який задає внесок каналу M -канального звукового сигналу в одну з лінійних комбінацій, які апроксимуються каналами вихідного сигналу. Той факт, що ці коефіцієнти підсилення в даному наведеному для прикладу варіанті здійснення збігаються, дозволяє спростити надання вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування. Зокрема, можна зменшити кількість декорельованих каналів, використовуваних для апроксимації лінійних комбінацій третьої та четвертої груп на основі сигналу знижувального мікшування.

Для різних каналів M -канального звукового сигналу, наприклад, можуть бути використані різні коефіцієнти підсилення.

У першому прикладі всі коефіцієнти підсилення можуть мати значення 1. У першому прикладі перший і другий канали сигналу знижувального мікшування можуть відноситися до незважених сум, відповідно, першої та другої груп, а перший і другий канали вихідного сигналу можуть апроксимувати незважені суми, відповідно, третього та четвертого наборів.

У другому прикладі щонайменше один з коефіцієнтів підсилення може мати значення відмінне від 1. У цьому другому прикладі перший і другий канали сигналу знижувального мікшування можуть відноситися до зважених сум, відповідно, першої та другої груп, а перший і другий канали вихідного сигналу можуть апроксимувати зважені суми, відповідно, третього та четвертого наборів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб декодування може додатково включати: приймання бітового потоку, який представляє сигнал знижувального мікшування та метадані; і добування з бітового потоку сигналу знижувального мікшування та прийнятої частини метаданих. Іншими словами, прийняті метадані, використовувані для визначення коефіцієнтів мікшування, спочатку можуть бути добуті з бітового потоку. З бітового потоку можуть бути добуті, наприклад, всі метадані, включаючи параметри підвищувального мікшування. В одному альтернативному прикладі з бітового потоку можуть бути добуті тільки метадані, необхідні для визначення коефіцієнтів мікшування, а добування додаткових метаданих може, наприклад, бути заблоковане.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення декорельований сигнал може являти собою одноканальний сигнал, а вихідний сигнал може бути сформований шляхом включення не більше ніж одного каналу декорельованого сигналу в лінійну комбінацію сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу, тобто в лінійну комбінацію, з якої отримують вихідний сигнал. Автори даного винаходу усвідомили, що для надання двоканального вихідного сигналу немає необхідності у відновленні M -канального звукового сигналу, і що, оскільки у відновленні повного M -канального звукового сигналу немає необхідності, кількість каналів декорельованого сигналу можна зменшити.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що два канали вихідного сигналу приймають від декорельованого сигналу внески рівної величини (наприклад, рівної амплітуди). Внески декорельованого сигналу у відповідний канал вихідного сигналу можуть мати протилежні знаки. Іншими словами,

коефіцієнти мікшування можна визначити так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок каналу декорельованого сигналу в перший канал вихідного сигналу, і коефіцієнта мікшування, який задає внесок того ж каналу декорельованого сигналу в другий канал вихідного сигналу, має значення 0.

5 У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення величина (наприклад, амплітуда) звукового вмісту, який походить із декорельованого сигналу (тобто звукового вмісту для збільшення розмірності сигналу знижувального мікшування), може бути, наприклад, рівною в обох каналах вихідного сигналу.

10 В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення формування вихідного сигналу може являти собою проекцію з трьох каналів у два канали, тобто проекцію з двох каналів сигналу знижувального мікшування та одного каналу декорельованого сигналу в два канали вихідного сигналу. Наприклад, вихідний сигнал може бути прямо отриманий як лінійна комбінація сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу без першочергового відновлення повних M каналів M -канального звукового сигналу.

15 В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в перший канал вихідного сигналу, і коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в другий канал вихідного сигналу, має значення, яке дорівнює одиниці. Зокрема, один з коефіцієнтів мікшування може
20 бути отриманий з параметрів підвищувального мікшування (наприклад, переданий як явне значення або може бути отриманий з параметрів підвищувального мікшування після виконання обчислень на компактному представленні, як пояснюється в інших розділах даного розкриття), а другий може бути легко обчислений за допомогою вимоги рівності одиниці суми обох коефіцієнтів мікшування.

25 Додатково або альтернативно коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок другого каналу сигналу знижувального мікшування в перший канал вихідного сигналу, і коефіцієнта мікшування, який задає внесок другого каналу сигналу знижувального мікшування в другий канал вихідного сигналу, має значення, яке дорівнює одиниці.

30 В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення перша група може складатись із двох або трьох каналів. Канал сигналу знижувального мікшування, який відповідає лінійній комбінації двох або трьох каналів, а не відповідає лінійній комбінації чотирьох або більше каналів, може підвищувати точність відтворення M -канального звукового сигналу при відновленні декодером, який виконує параметричне відновлення всіх M каналів. Спосіб
35 декодування згідно з даним наведеним для прикладу варіантом здійснення може бути сумісний з таким форматом кодування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення M -канальний звуковий сигнал може містити три канали, які представляють різні горизонтальні напрямки у середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, і два канали, які представляють напрямки, відділені за
40 вертикаллю від напрямків трьох каналів у середовищі відтворення. Іншими словами, M -канальний звуковий сигнал може містити три канали, які призначені для відтворення джерелами звуку, які розташовані по суті на тій самій висоті, що і слухач (або вухо слухача), і/або які поширюють звук по суті горизонтально, і два канали, які призначені для відтворення джерелами звуку, які розташовані на інших висотах і/або які поширюють звук (по суті) негоризонтально. Ці
45 два канали можуть, наприклад, представляти підняті напрямки.

В наведеному для прикладу варіанті здійснення перша група може складатись із трьох каналів, які представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, а друга група може складатись із двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків трьох каналів у середовищі
50 відтворення. Вертикальне розбиття M -канального звукового сигналу, що надається першою та другою групами, в даному наведеному для прикладу варіанті здійснення може підвищувати точність відтворення M -канального звукового сигналу, відновлюваного декодером, який виконує параметричне відновлення всіх M каналів, наприклад, у випадках, коли вертикальний вимір є важливим для загального враження від звукового поля, представленого M -канальним звуковим
55 сигналом. Спосіб декодування згідно з даним наведеним для прикладу варіантом здійснення може бути сумісним з форматом кодування, який передбачає це вертикальне розбиття.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення одна із третьої або четвертої груп може містити обидва з двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків трьох каналів у середовищі відтворення. Альтернативно кожна з третьої та четвертої
60 груп може містити один з двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від

напрямків трьох каналів у середовищі відтворення, тобто третя та четверта групи можуть містити по одному з цих двох каналів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення декорельований сигнал може бути отриманий шляхом обробки лінійної комбінації каналів сигналу знижувального мікшування, наприклад, включаючи застосування лінійного фільтра до лінійної комбінації каналів з каналів сигналу знижувального мікшування. Альтернативно декорельований сигнал може бути отриманий на основі не більш ніж одного з каналів сигналу знижувального мікшування, наприклад, шляхом обробки каналу сигналу знижувального мікшування (наприклад, включаючи застосування лінійного фільтра). Якщо, наприклад, друга група каналів складається з єдиного каналу, і другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає цьому єдиному каналу, то декорельований сигнал може, наприклад, бути отриманий шляхом обробки тільки першого каналу сигналу знижувального мікшування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення перша група може складатися з N каналів, де $N \geq 3$, і перша група може бути відновлена у вигляді лінійної комбінації першого каналу сигналу знижувального мікшування та $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу шляхом застосування коефіцієнтів підвищувального мікшування першого типу, які називаються в даному документі коефіцієнтами сухого підвищувального мікшування, до першого каналу сигналу знижувального мікшування, та коефіцієнтів підвищувального мікшування другого типу, які називаються в даному документі коефіцієнтами вологого підвищувального мікшування, - до каналів $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення прийняті метадані можуть містити параметри підвищувального мікшування першого типу, які називаються в даному документі параметрами сухого підвищувального мікшування, і параметри підвищувального мікшування другого типу, які називаються в даному документі параметрами вологого підвищувального мікшування. Визначення коефіцієнтів мікшування може включати: визначення коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування на основі параметрів сухого підвищувального мікшування; заповнення проміжної матриці, яка містить більше елементів, ніж кількість прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування, на основі прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування та знання про те, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць; отримання коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування шляхом множення проміжної матриці на попередньо визначену матрицю, при цьому коефіцієнти вологого підвищувального мікшування відповідають матриці, яка є результатом множення, і містять більше коефіцієнтів, ніж кількість елементів у проміжній матриці; і обробку коефіцієнтів вологого та сухого підвищувального мікшування.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення кількість коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування для відновлення першої групи каналів більше кількості прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування. Використовуючи знання попередньо визначеної матриці та класу попередньо визначеної матриці для отримання коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування з прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування, можна зменшити обсяг інформації, необхідної для параметричного відновлення першої групи каналів, що дозволяє зменшити обсяг метаданих, які передають разом з сигналом знижувального мікшування зі сторони кодера. Шляхом зменшення обсягу даних, необхідних для параметричного відновлення, можна скоротити смугу пропускання, необхідну для передачі параметричного представлення M -канального звукового сигналу, і/або обсяг пам'яті, необхідний для зберігання такого представлення.

$(N-1)$ -канальний декорельований сигнал може бути згенерований на основі першого каналу сигналу знижувального мікшування і служити для збільшення сприйманої слухачем розмірності вмісту відновленої першої групи каналів.

Клас попередньо визначеної матриці може бути пов'язаний з відомими властивостями щонайменше деяких матричних елементів, які мають силу для всіх матриць у класі, такими як певні взаємозв'язки між деякими з матричних елементів або рівність нулю деяких матричних елементів. Знання цих властивостей дозволяє заповнювати проміжну матрицю на основі меншої кількості параметрів вологого підвищувального мікшування, ніж повна кількість матричних елементів у проміжній матриці. Сторона декодера має знання принаймні про властивості елементів і взаємозв'язки між елементами, які їй необхідно обчислити зі всіх матричних елементів на основі меншої кількості параметрів вологого підвищувального мікшування.

Те, яким чином визначати та застосовувати попередньо визначену матрицю та клас попередньо визначеної матриці, більш докладно описано на сторінках від 16 (рядок 15) до 20 (рядок 2) попередньої заявки на патент США №61/974544; ім'я першого автора винаходу: Lars

Villemoes; дата подачі: 3 квітня 2014 р. Приклади попередньо визначеної матриці див. у конкретному рівнянні (9) вищевказаної заявки.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення прийняті метадані можуть містити $N(N-1)/2$ параметрів вологого підвищувального мікшування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення заповнення проміжної матриці може включати отримання значень для $(N-1)^2$ матричних елементів на основі прийнятих $N(N-1)/2$ параметрів вологого підвищувального мікшування та знання про те, що проміжна матриця належить до класу попередньо визначеної матриці. Це може включати вставку значень параметрів вологого підвищувального мікшування безпосередньо як матричних елементів або обробку параметрів вологого підвищувального мікшування належним чином для отримання значень цих матричних елементів. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення попередньо визначена матриця може містити $N(N-1)$ елементів, а набір коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування може містити $N(N-1)$ коефіцієнтів. Наприклад, прийняті метадані можуть містити не більше $N(N-1)/2$ незалежно призначуваних параметрів вологого підвищувального мікшування, і/або кількість параметрів вологого підвищувального мікшування може становити не більше половини кількості коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування для відновлення першої групи каналів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення прийняті метадані можуть містити $(N-1)$ параметрів сухого підвищувального мікшування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти сухого підвищувального мікшування можуть включати N коефіцієнтів, і коефіцієнти сухого підвищувального мікшування можуть бути визначені на основі прийнятих $(N-1)$ параметрів сухого підвищувального мікшування та на основі попередньо визначеного зв'язку між коефіцієнтами сухого підвищувального мікшування. Наприклад, прийняті метадані можуть включати не більше $(N-1)$ незалежно призначуваних параметрів сухого підвищувального мікшування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення клас попередньо визначеної матриці може являти собою одне з наступного: нижню або верхню трикутні матриці, при цьому відомі властивості всіх матриць у класі включають рівність нулю попередньо визначених матричних елементів; симетричні матриці, при цьому відомі властивості всіх матриць у класі включають рівність попередньо визначених матричних елементів (з будь-якої зі сторін від головної діагоналі); і добуток ортогональної матриці та діагональної матриці, при цьому відомі властивості всіх матриць у класі включають відомі зв'язки між попередньо визначеними матричними елементами. Іншими словами, клас попередньо визначеної матриці може являти собою клас нижніх трикутних матриць, клас верхніх трикутних матриць, клас симетричних матриць або клас добуток ортогональної матриці та діагональної матриці. Загальною властивістю кожного з наведених вище класів є те, що його розмірність менше повної кількості матричних елементів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб декодування може додатково включати: приймання сигнальної інформації, яка вказує (вибраний) один з щонайменше двох форматів кодування M -канального звукового сигналу, при цьому формати кодування відповідають відповідним різним варіантам розбиття каналів M -канального звукового сигналу на відповідні першу та другу групи, пов'язані з каналами сигналу знижувального мікшування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення третя та четверта групи можуть бути попередньо визначеними, і коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що єдине розбиття M -канального звукового сигналу на третю та четверту групи каналів, які апроксимуються каналами вихідного сигналу, зберігається (тобто є спільним) для щонайменше двох форматів кодування.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення декорельований сигнал може, наприклад, бути визначений на основі вказаного формату кодування та щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення при визначенні сигналу знижувального мікшування та метаданих на стороні кодера могли бути використані щонайменше два різні формати кодування, і спосіб декодування може обробляти відмінності між форматами кодування шляхом налаштування коефіцієнтів мікшування та необов'язково також декорельованого сигналу. У випадку, коли виявлено перемикання з першого формату кодування на другий формат кодування, спосіб декодування може, наприклад, включати виконання інтерполяції від параметрів мікшування, пов'язаних з першим форматом кодування, до параметрів мікшування, пов'язаних із другим форматом кодування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб декодування може також

включати пропускання сигналу знижувального мікшування як вихідного сигналу у відповідь на отримання сигнальної інформації, яка вказує конкретний формат кодування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення конкретний формат кодування може відповідати розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним третьою і четвертою групами. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення розбиття, яке надається каналами сигналу знижувального мікшування, може збігатися з розбиттям, яке має бути надане каналами вихідного сигналу, і в обробці сигналу знижувального мікшування може не бути необхідності. Тому сигнал знижувального мікшування може бути пропущений як вихідний сигнал.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб декодування може включати: заглушування внеску декорельованого сигналу у вихідний сигнал у відповідь на сигнальну інформацію, яка вказує конкретний формат кодування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення конкретний формат кодування може відповідати розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним третьою і четвертою групами. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення розбиття, яке надається каналами сигналу знижувального мікшування, може збігатися з розбиттям, яке має бути надане каналами вихідного сигналу, і в декореляції може не бути необхідності.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення в першому форматі кодування перша група може складатись із трьох каналів, які представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, а друга група каналів може складатись із двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків трьох каналів у середовищі відтворення. У другому форматі кодування кожна із першої та другої груп може містити один з двох каналів.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено систему декодування звуку, яка містить блок декодування, виконаний з можливістю приймання двоканального сигналу знижувального мікшування. Сигнал знижувального мікшування пов'язаний з метаданими, які містять параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Блок декодування також виконаний з можливістю: приймання щонайменше частини метаданих; і надання двоканального вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих. Блок декодування містить блок декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі декорельованого сигналу. Блок декодування також містить блок мікшування, виконаний з можливістю: визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих і формування вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування. Блок мікшування виконаний з можливістю визначення коефіцієнтів мікшування так, що перший канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і так, що другий канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Блок мікшування також виконаний з можливістю визначення коефіцієнтів мікшування так, що третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і так, що як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення система декодування звуку може також містити додатковий блок декодування, виконаний з можливістю приймання додаткового двоканального сигналу знижувального мікшування. Додатковий сигнал знижувального мікшування може бути пов'язаний з додатковими метаданими, які містять додаткові параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення додаткового M -канального звукового сигналу на основі додаткового сигналу знижувального мікшування. Перший канал додаткового сигналу знижувального мікшування може відповідати лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу, а другий канал додаткового сигналу знижувального мікшування може відповідати лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу можуть являти собою розбиття M

каналів додаткового M -канального звукового сигналу. Додатковий блок декодування може бути також виконаний з можливістю: приймання щонайменше частини додаткових метаданих; і надання додаткового двоканального вихідного сигналу на основі додаткового сигналу знижувального мікшування та прийнятих додаткових метаданих. Додатковий блок декодування може містити додатковий блок декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу додаткового сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі додаткового декорельованого сигналу. Додатковий блок декодування може також містити додатковий блок мікшування, виконаний з можливістю визначення набору додаткових коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих додаткових метаданих і формування додаткового вихідного сигналу як лінійної комбінації додаткового сигналу знижувального мікшування та додаткового декорельованого сигналу згідно з додатковими коефіцієнтами мікшування. Додатковий блок мікшування може бути виконаний з можливістю визначення додаткових коефіцієнтів мікшування так, що перший канал додаткового вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу, і так, що другий канал додаткового вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу. Додатковий блок мікшування може бути також виконаний з можливістю визначення додаткових коефіцієнтів мікшування так, що третя та четверта групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу являють собою розбиття M каналів додаткового M -канального звукового сигналу, і так, що як третя, так і четверта групи сигналів додаткового M -канального звукового сигналу містять щонайменше один канал з першої групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення додатковий блок декодування, додатковий блок декореляції та додатковий блок мікшування можуть, наприклад, бути функціонально еквівалентними (або виконаними аналогічно), відповідно, блоку декодування, блоку декореляції та блоку мікшування. Альтернативно щонайменше один із додаткового блока декодування, додаткового блока декореляції і додаткового блока мікшування може, наприклад, бути виконаний з можливістю виконання щонайменше одного обчислення і/або інтерполяції іншого типу, ніж виконувати відповідним блоком із блока декодування, блока декореляції та блока мікшування.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення додатковий блок декодування, додатковий блок декореляції та додатковий блок мікшування можуть, наприклад, бути застосовані незалежно від блока декодування, блока декореляції та блока мікшування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення система декодування може додатково містити демультіплексор, виконаний з можливістю добування з бітового потоку сигналу знижувального мікшування, щонайменше частини метаданих та дискретно кодованого звукового каналу. Система декодування може додатково містити блок одноканального декодування, застосовуваний для декодування дискретно кодованого звукового каналу. Дискретно кодований звуковий канал може, наприклад, бути закодований у бітовому потоці з використанням перцептивного аудіокодека, такого як Dolby Digital або MPEG AAC, а блок одноканального декодування може, наприклад, містити основний декодер для декодування дискретно кодованого звукового каналу. Блок одноканального декодування може, наприклад, бути застосований для декодування дискретно кодованого звукового каналу незалежно від блока декодування.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено комп'ютерний програмний продукт, який містить машинопрочитуваний носій з командами для виконання будь-якого зі способів згідно з першим аспектом.

Згідно з вищеописаними наведеними для прикладу варіантам здійснення системи, способу та комп'ютерного програмного продукту декодування звуку згідно з першим аспектом вихідний сигнал може являти собою K -канальний сигнал, де $2 \leq K < M$, замість двоканального сигналу, і K каналів вихідного сигналу можуть відповідати розбиттю M -канального звукового сигналу на K груп замість двох каналів вихідного сигналу, які відповідають розбиттю M -канального сигналу на дві групи.

Більш конкретно, згідно із наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено спосіб декодування звуку, який включає приймання двоканального сигналу знижувального мікшування. Сигнал знижувального мікшування пов'язаний з метаданими, які містять параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів M -

канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Спосіб декодування звуку може додатково включати: приймання щонайменше частини метаданих; генерування декорельованого сигналу на основі щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування; визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих; і формування K -канального вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування, де $2 \leq K < M$. Коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що кожний з K каналів вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу (і тому кожний з K каналів вихідного сигналу відповідає групі з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу), при цьому групи, які відповідають відповідним каналам вихідного сигналу, являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу на K груп з одного або більше каналів; і щонайменше дві з K груп містять щонайменше один канал з першої групи.

M -канальний звуковий сигнал був закодований як двоканальний сигнал знижувального мікшування та параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу. При кодуванні M -канального звукового сигналу на стороні кодера формат кодування може бути вибраний, наприклад, для полегшення відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування, для підвищення точності відтворення M -канального звукового сигналу при його відновленні з сигналу знижувального мікшування і/або для підвищення ефективності кодування сигналу знижувального мікшування. Цей вибір формату кодування можна здійснити шляхом вибору першої та другої груп і формування каналів сигналу знижувального мікшування як відповідних лінійних комбінацій каналів у відповідних групах.

Автори даного винаходу усвідомили, що, хоча вибраний формат кодування може полегшувати відновлення M -канального звукового сигналу з сигналу знижувального мікшування, сигнал знижувального мікшування сам по собі може не бути придатним для відтворення з використанням конкретної конфігурації з K динаміками. K -канальний вихідний сигнал, який відповідає розбиттю M -канального звукового сигналу на K груп, може бути більш придатним для конкретної K -канальної установки відтворення, ніж сигнал знижувального мікшування. Тому надання вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих може підвищувати сприйману слухачем якість K -канального відтворення і/або підвищувати точність відтворення K -канальним відтворенням в звукове поле, представлене M -канальним звуковим сигналом.

Автори даного винаходу також усвідомили, що, замість першочергового відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування, а потім генерування K -канального представлення M -канального звукового сигналу (наприклад, шляхом аддитивного мікшування), K -канальне представлення, яке надається вихідним сигналом, може бути більш ефективно згенероване із сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих з використанням того факту, що деякі канали M -канального звукового сигналу згруповані разом подібним чином у двоканальному представленні, яке надається сигналом знижувального мікшування, і K -канальному представленні, яке необхідно надати. Формування вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу може, наприклад, знижувати обчислювальну складність на стороні декодера і/або зменшувати кількість компонентів або етапів обробки, використовуваних для отримання K -канального представлення M -канального звукового сигналу.

Під тим, що K груп являють собою розбиття каналів M -канального звукового сигналу, розуміють те, що K груп є непересічними та разом містять всі канали M -канального звукового сигналу.

Формування K -канального вихідного сигналу може, наприклад, включати застосування щонайменше деяких із коефіцієнтів мікшування до каналів сигналу знижувального мікшування та щонайменше деяких з коефіцієнтів мікшування до одного або більше каналів декорельованого сигналу.

Перший і другий канали сигналу знижувального мікшування можуть, наприклад, відповідати (зваженим або незваженим) сумах каналів, відповідно, у першій та другій групах з одного або більше каналів.

K каналів вихідного сигналу можуть, наприклад, апроксимувати (зважені або незважені)

суми каналів, відповідно, в K групах з одного або більше каналів.

У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення $K = 2$, $K = 3$, або $K = 4$.

У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення $M = 5$ або $M = 6$.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення декорельований сигнал може
 5 являти собою двоканальний сигнал, а вихідний сигнал може бути сформований шляхом
 включення не більше ніж двох каналів декорельованого сигналу в лінійну комбінацію сигналу
 знижувального міксування та декорельованого сигналу, тобто в лінійну комбінацію, з якої
 отримують вихідний сигнал. Автори даного винаходу усвідомили, що для надання
 двоканального вихідного сигналу немає необхідності у відновленні M -канального звукового
 10 сигналу, і що, оскільки у відновленні повного M -канального звукового сигналу немає
 необхідності, кількість каналів декорельованого сигналу можна зменшити.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення $K = 3$ і формування вихідного
 сигналу може являти собою проекцію з чотирьох каналів у три канали, тобто проекцію з двох
 каналів сигналу знижувального міксування та двох каналів декорельованого сигналу в три
 15 канали вихідного сигналу. Наприклад, вихідний сигнал може бути прямо отриманий як лінійна
 комбінація сигналу знижувального міксування та декорельованого сигналу без першочергового
 відновлення повних M каналів M -канального звукового сигналу.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти міксування можуть
 бути визначені так, що пара каналів вихідного сигналу приймає від каналу декорельованого
 20 сигналу внески рівної величини (наприклад, рівної амплітуди). Внески цього каналу
 декорельованого сигналу у відповідний канал з пари можуть мати протилежні знаки. Іншими
 словами, коефіцієнти міксування можуть бути визначені так, що сума коефіцієнта міксування,
 який задає внесок каналу декорельованого сигналу в (наприклад, перший) канал вихідного
 сигналу, і коефіцієнта міксування, який задає внесок того самого каналу декорельованого
 25 сигналу в інший (наприклад, другий) канал вихідного сигналу, має значення 0. K -канальний
 вихідний сигнал може, наприклад, містити один або більше каналів, які не приймають ніякого
 внеску від даного конкретного каналу декорельованого сигналу.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти міксування можуть
 бути визначені так, що сума коефіцієнта міксування, який задає внесок першого каналу сигналу
 30 знижувального міксування в (наприклад, перший) канал вихідного сигналу, і коефіцієнта
 міксування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального міксування в інший
 (наприклад, другий) канал вихідного сигналу, має значення 1. Зокрема, один з коефіцієнтів
 міксування може, наприклад, бути отриманий з параметрів підвищувального міксування
 (наприклад, переданий як явне значення або може бути отриманий з параметрів
 35 підвищувального міксування після виконання обчислень на компактному представленні, як
 пояснюється в інших розділах даного розкриття), а інший може бути легко обчислений за
 допомогою вимоги рівності одиниці суми обох коефіцієнтів міксування. K -канальний вихідний
 сигнал може, наприклад, містити один або більше каналів, які не приймають ніякого внеску від
 першого каналу сигналу знижувального міксування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення коефіцієнти міксування можуть
 бути визначені так, що сума коефіцієнта міксування, який задає внесок другого каналу сигналу
 40 знижувального міксування в (наприклад, перший) канал вихідного сигналу, і коефіцієнта
 міксування, який задає внесок другого каналу сигналу знижувального міксування в інший
 (наприклад, другий) канал вихідного сигналу, має значення, яке дорівнює одиниці. K -канальний
 45 вихідний сигнал може, наприклад, містити один або більше каналів, які не приймають ніякого
 внеску від другого каналу сигналу знижувального міксування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб може включати приймання
 сигнальної інформації, яка вказує (вибраний) один з щонайменше двох форматів кодування M -
 50 канального звукового сигналу. Формати кодування можуть відповідати відповідним різним
 варіантам розбиття каналів M -канального звукового сигналу на відповідні першу та другу групи,
 пов'язані з каналами сигналу знижувального міксування. Ці K груп можуть бути визначені
 попередньо. Коефіцієнти міксування можуть бути визначені так, що єдине розбиття M -
 канального звукового сигналу на K груп каналів, які апроксимуються каналами вихідного
 сигналу, зберігається (тобто є спільним) для щонайменше двох форматів кодування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення декорельований сигнал може
 містити два канали. Перший канал декорельованого сигналу може бути отриманий на основі
 першого каналу сигналу знижувального міксування, наприклад, шляхом обробки не більше ніж
 першого каналу сигналу знижувального міксування. Другий канал декорельованого сигналу
 може бути отриманий на основі другого каналу сигналу знижувального міксування, наприклад,

шляхом обробки не більше ніж другого каналу сигналу знижувального мікшування.

II. Огляд - сторона кодера

Згідно з другим аспектом наведені для прикладу варіанти здійснення пропонують системи кодування звуку, а також способи кодування звуку та пов'язані комп'ютерні програмні продукти. Запропоновані системи, способи та комп'ютерні програмні продукти кодування згідно з другим аспектом можуть в цілому мати одні й ті самі ознаки та переваги. Більш того, переваги, представлені вище для ознак систем, способів і комп'ютерних програмних продуктів декодування згідно з першим аспектом, можуть в цілому бути дійсними і для відповідних ознак систем, способів і комп'ютерних програмних продуктів кодування згідно із другим аспектом.

Згідно із наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено спосіб кодування звуку, який включає: приймання M -канального звукового сигналу, де $M \geq 4$; і обчислення двоканального сигналу знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу. Перший канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Спосіб кодування додатково включає: визначення параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування; і визначення параметрів мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування двоканального вихідного сигналу, при цьому перший канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому другий канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи. Спосіб кодування додатково включає виведення сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання або передачі, при цьому метадані містять параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування.

Канали сигналу знижувального мікшування відповідають розбиттю M каналів M -канального звукового сигналу на першу та другу групи і можуть, наприклад, забезпечувати ефективне з погляду кількості бітів двоканальне представлення M -канального звукового сигналу і/або двоканальне представлення, яке надає можливість параметричного відновлення M -канального звукового сигналу з високою точністю відтворення.

Автори даного винаходу усвідомили, що, хоча використовуване двоканальне представлення може полегшувати відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування, сигнал знижувального мікшування сам по собі може не бути придатним для відтворення з використанням конкретної схеми із двома динаміками. Параметри мікшування, які виводяться разом із сигналом знижувального мікшування та параметрами підвищувального мікшування, дозволяють отримувати двоканальний вихідний сигнал на основі сигналу знижувального мікшування. Вихідний сигнал, який відповідає іншому розбиттю M -канального звукового сигналу на третю та четверту групи каналів, може бути більш придатним для конкретної двоканальної установки відтворення, ніж сигнал знижувального мікшування. Тому надання вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування та параметрів мікшування може підвищувати сприйману слухачем якість двоканального відтворення і/або підвищувати точність відтворення двоканального відтворення в звукове поле, представлене M -канальним звуковим сигналом.

Перший канал сигналу знижувального мікшування може, наприклад, бути сформований як сума каналів у першій групі або як її масштабування. Іншими словами, перший канал сигналу знижувального мікшування може, наприклад, бути сформований як сума каналів (тобто сума звукового вмісту з відповідних каналів, наприклад, сформована шляхом адитивного мікшування на основі окремих вибірок або коефіцієнтів перетворення) в першій групі або як версія такої суми зі зміненим масштабом (наприклад, отримана шляхом складання каналів і множення суми на коефіцієнт зміни масштабу). Аналогічно, другий канал сигналу знижувального мікшування може, наприклад, бути сформований як сума каналів у другій групі або як її масштабування. Перший канал вихідного сигналу може, наприклад, апроксимувати суму каналів третьої групи або її масштабування, а другий канал вихідного сигналу може, наприклад, апроксимувати суму каналів четвертої групи або її масштабування.

Наприклад, M -канальний звуковий сигнал може являти собою п'ятиканальний звуковий сигнал. Спосіб кодування звуку можна використовувати, наприклад, для п'яти звичайних каналів

одного з прийнятих у цей час аудіоформатів 5.1 або для п'яти каналів на лівій або правій стороні у багатоканальному звуковому сигналі 11.1. Альтернативно можна вважати, що $M = 4$ або $M \geq 6$.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення параметри мікшування можуть задавати відповідні внески сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу у вихідний сигнал. Щонайменше деякі параметри мікшування можуть бути визначені шляхом мінімізації внеску декорельованого сигналу серед таких параметрів мікшування, які приводять до того, що канали вихідного сигналу являють собою апроксимації зі збереженням коваріації для лінійних комбінацій (або сум), відповідно, першої та другої груп каналів. Внесок декорельованого сигналу може, наприклад, бути мінімізований у тому розумінні, що мінімізують енергію або амплітуду сигналу цього внеску.

Лінійна комбінація третьої групи, яку має апроксимувати перший канал вихідного сигналу, і лінійна комбінація четвертої групи, яку має апроксимувати другий канал вихідного сигналу, можуть, наприклад, відповідати двоканальному звуковому сигналу, який має першу матрицю коваріації. Канали вихідного сигналу, які являють собою апроксимації зі збереженням коваріації для лінійних комбінацій, відповідно, першої та другої груп каналів, можуть, наприклад, відповідати тому, що матриця коваріації вихідного сигналу збігається (або щонайменше по суті збігається) з першою матрицею коваріації.

Серед апроксимацій зі збереженням коваріації зменшений розмір (наприклад, енергія або амплітуда) внеску декорельованого сигналу може слугувати ознакою підвищеної точності відтворення апроксимації, сприйманої слухачем під час відтворення. Використання параметрів мікшування, які зменшують внесок декорельованого сигналу, може підвищувати точність відтворення вихідного сигналу як двоканального представлення M -канального звукового сигналу.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення перша група каналів може складатися з N каналів, де $N \geq 3$, і щонайменше деякі параметри підвищувального мікшування можуть бути придатними для параметричного відновлення першої групи каналів з першого каналу сигналу знижувального мікшування та $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу, визначеного на основі першого каналу сигналу знижувального мікшування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення визначення параметрів підвищувального мікшування може включати: визначення набору коефіцієнтів підвищувального мікшування першого типу, які називають коефіцієнтами сухого підвищувального мікшування, з метою визначення лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального мікшування, який апроксимує першу групу каналів; і визначення проміжної матриці на основі різниці між коваріацією прийнятої першої групи каналів і коваріацією першої групи каналів, яку апроксимовано шляхом лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального мікшування. При множенні на попередньо визначену матрицю проміжна матриця може відповідати набору коефіцієнтів підвищувального мікшування другого типу, які називають коефіцієнтами вологого підвищувального мікшування, які визначають лінійне відображення декорельованого сигналу як частину параметричного відновлення першої групи каналів. Набір коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування може включати більше коефіцієнтів, ніж кількість елементів у проміжній матриці. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення параметри підвищувального мікшування можуть включати параметри підвищувального мікшування першого типу, які називають параметрами сухого підвищувального мікшування, з яких можна отримати набір коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування, і параметри підвищувального мікшування другого типу, які називають параметрами вологого підвищувального мікшування, які унікальним чином визначають проміжну матрицю за умови, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць. Проміжна матриця може містити більше елементів, ніж кількість параметрів вологого підвищувального мікшування.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення копія для параметричного відновлення першої групи каналів на стороні декодера містить як один із внесків сигнал сухого підвищувального мікшування, сформований шляхом лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального мікшування, і як додатковий внесок - сигнал вологого підвищувального мікшування, сформований шляхом лінійного відображення декорельованого сигналу. Набір коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування визначає лінійне відображення першого каналу сигналу знижувального мікшування, а набір коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування визначає лінійне відображення декорельованого сигналу. Шляхом виведення параметрів вологого підвищувального мікшування, кількість яких є меншою за кількість коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування, і з яких коефіцієнти вологого підвищувального мікшування можна добути на основі попередньо визначеної матриці та

попередньо визначеного класу матриці, можна зменшити обсяг інформації, яку передають на сторону декодера для надання можливості відновлення M -канального звукового сигналу. Шляхом зменшення обсягу даних, необхідних для параметричного відновлення, можна зменшити смугу пропускання, необхідну для передачі параметричного представлення M -канального звукового сигналу, і/або обсяг пам'яті, необхідний для зберігання такого представлення.

Проміжна матриця може, наприклад, бути визначена так, що коваріація сигналу, отриманого шляхом лінійного відображення декорельованого сигналу, доповнює коваріацію першої групи каналів, які апроксимовані шляхом лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального міксування.

Те, яким чином визначати та застосовувати попередньо визначену матрицю та клас попередньо визначеної матриці, більш докладно описано на сторінках від 16 (рядок 15) до 20 (рядок 2) попередньої заявки на патент США №61/974544; ім'я першого автора винаходу: Lars Villemoes; дата подачі: 3 квітня 2014 р. Приклади попередньо визначеної матриці див. у конкретному рівнянні (9) вищевказаної заявки.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення визначення проміжної матриці може включати визначення проміжної матриці таким чином, що коваріація сигналу, отриманого шляхом лінійного відображення декорельованого сигналу, визначеного набором коефіцієнтів вологого підвищувального міксування, апроксимує різницю або по суті збігається з різницею між коваріацією прийнятої першої групи каналів і коваріацією першої групи каналів, апроксимованої шляхом лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального міксування. Іншими словами, проміжна матриця може бути визначена так, що копія для відновлення першої групи каналів, отримана як сума сигналу сухого підвищувального міксування, сформованого шляхом лінійного відображення першого каналу сигналу знижувального міксування, і сигналу вологого підвищувального міксування, сформованого шляхом лінійного відображення декорельованого сигналу, повністю або щонайменше приблизно відновлює коваріацію прийнятої першої групи каналів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення параметри вологого підвищувального міксування можуть включати не більше $N(N-1)/2$ незалежно призначуваних параметрів вологого підвищувального міксування. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення проміжна матриця може містити $(N-1)^2$ матричних елементів і може бути унікальним чином визначена параметрами вологого підвищувального міксування за умови, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення набір коефіцієнтів вологого підвищувального міксування може містити $N(N-1)$ коефіцієнтів.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення набір коефіцієнтів сухого підвищувального міксування може містити N коефіцієнтів. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення параметри сухого підвищувального міксування можуть містити не більше $N-1$ параметрів сухого підвищувального міксування, і набір коефіцієнтів сухого підвищувального міксування може бути добутий з $N-1$ параметрів сухого підвищувального міксування з використанням попередньо визначеного правила.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення попередньо визначений набір коефіцієнтів сухого підвищувального міксування може визначати лінійне відображення першого каналу сигналу знижувального міксування, яке відповідає апроксимації першої групи каналів з мінімальною середньоквадратичною похибкою, тобто серед набору лінійних відображень першого каналу сигналу знижувального міксування визначений набір коефіцієнтів сухого підвищувального міксування може визначати лінійне відображення, яке якнайкраще апроксимує першу групу каналів у сенсі мінімальної середньоквадратичної похибки.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення спосіб кодування може додатково включати вибір одного з щонайменше двох форматів кодування, при цьому формати кодування відповідають відповідним різним варіантам розбиття каналів M -канального звукового сигналу на відповідні першу та другу групи, пов'язані з каналами сигналу знижувального міксування. Перший і другий канали сигналу знижувального міксування можуть бути сформовані як лінійні комбінації, відповідно, першої та другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу згідно з вибраним форматом кодування. Параметри підвищувального міксування та параметри міксування можуть бути визначені на основі вибраного формату кодування. Спосіб кодування може додатково включати надання сигнальної інформації, яка вказує вибраний формат кодування. Сигнальна інформація може, наприклад, являти собою вивід для спільного зберігання і/або передачі з сигналом знижувального міксування та метаданими.

M -канальний звуковий сигнал, який відновлюється на основі сигналу знижувального мікшування та параметрів підвищувального мікшування, може являти собою суму: сигналу сухого підвищувального мікшування, сформованого шляхом застосування коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування до сигналу знижувального мікшування; і сигналу вологого підвищувального мікшування, сформованого шляхом застосування коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування до декорельованого сигналу, визначеного на основі сигналу знижувального мікшування. Вибір формату кодування може, наприклад, бути зроблений на основі різниці між коваріацією прийнятого M -канального звукового сигналу та коваріацією M -канального звукового сигналу, який апроксимований сигналом сухого підвищувального мікшування, для відповідних форматів кодування. Вибір формату кодування може, наприклад, бути зроблений на основі коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування для відповідних форматів кодування, наприклад, на основі відповідних сум квадратів коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування для відповідних форматів кодування. Вибраний формат кодування може, наприклад, бути пов'язаний з мінімальною із сум квадратів для відповідних форматів кодування.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено систему кодування звуку, яка містить блок кодування, виконаний з можливістю кодування M -канального звукового сигналу як двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних метаданих, де $M \geq 4$, і виведення сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання або передачі. Блок кодування містить блок знижувального мікшування, виконаний з можливістю обчислення сигналу знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу. Перший канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Блок кодування додатково містить блок аналізу, виконаний з можливістю визначення: параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування; і параметрів мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування двоканального вихідного сигналу. Перший канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи. Метадані містять параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення передбачено комп'ютерний програмний продукт, який містить машинопрочитуваний носій з командами для виконання будь-якого зі способів згідно з другим аспектом.

Згідно з вищеописаними наведеними для прикладу варіантам здійснення системи, способу та комп'ютерного програмного продукту кодування звуку згідно з другим аспектом вихідний сигнал може являти собою K -канальний сигнал, де $2 \leq K < M$, замість двоканального сигналу, і K каналів вихідного сигналу можуть відповідати розбиттю M -канального звукового сигналу на K груп замість двох каналів вихідного сигналу, які відповідають розбиттю M -канального сигналу на дві групи.

Більш конкретно, згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення, передбачено спосіб кодування звуку, який включає: приймання M -канального звукового сигналу, де $M \geq 4$; і обчислення двоканального сигналу знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу. Перший канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Спосіб кодування може додатково включати: визначення параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування; і визначення параметрів мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування K -канального вихідного сигналу, де $2 \leq K < M$, при цьому кожний з K каналів вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Групи, які відповідають відповідним каналам вихідного сигналу, можуть являти собою

розбиття M каналів M -канального звукового сигналу на K груп з одного або більше каналів, і щонайменше дві із K груп можуть містити щонайменше один канал з першої групи. Спосіб кодування може додатково включати виведення сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання або передачі, при цьому метадані містять параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення параметри мікшування можуть задавати відповідні внески сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу у вихідний сигнал. Щонайменше деякі параметри мікшування можуть бути визначені шляхом мінімізації внеску декорельованого сигналу серед таких параметрів мікшування, які приводять до того, що канали вихідного сигналу являють собою апроксимації зі збереженням коваріації для лінійних комбінацій (або сум) одного або більше каналів з відповідних K груп каналів. Внесок декорельованого сигналу може, наприклад, бути мінімізований у тому розумінні, що мінімізують енергію або амплітуду сигналу цього внеску.

Лінійні комбінації каналів з K груп, які K каналів вихідного сигналу мають апроксимувати, можуть, наприклад, відповідати K -канальному звуковому сигналу, який має першу матрицю коваріації. Канали вихідного сигналу, які представляють собою апроксимації зі збереженням коваріації для лінійних комбінацій каналів з K груп каналів, відповідно, можуть, наприклад, відповідати тому, що матриця коваріації вихідного сигналу збігається (або по суті збігається) з першою матрицею коваріації.

Серед апроксимацій зі збереженням коваріації зменшений розмір (наприклад, енергія або амплітуда) внеску декорельованого сигналу може слугувати ознакою підвищеної точності відтворення апроксимації, сприйманої слухачем під час відтворення. Використання параметрів мікшування, які зменшують внесок декорельованого сигналу, може підвищувати точність відтворення вихідного сигналу як K -канального представлення M -канального звукового сигналу.

III. Огляд - машинопрочитуваний носій

Згідно з третім аспектом в наведених для прикладу варіантах здійснення запропоновано машинопрочитувані носії. Переваги, представлені вище для ознак систем, способів і комп'ютерних програмних продуктів згідно з першим і/або другим аспектом, можуть в цілому бути дійсними і для відповідних ознак машинопрочитуваних носіїв згідно з третім аспектом.

Згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення запропоновано носій даних, який представляє: двоканальний сигнал знижувального мікшування; і параметри підвищувального мікшування, які надають можливість параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Носій даних додатково представляє параметри мікшування, які забезпечують можливість надання двоканального вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування. Перший канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал з першої групи.

В одному наведеному для прикладу варіанті здійснення дані, які представлено носієм даних, можуть бути впорядковані в часових кадрах і можуть бути розділені на рівні таким чином, що для даного часового кадру сигнал знижувального мікшування та пов'язані параметри мікшування для цього часового кадру можуть бути добути незалежно від пов'язаних параметрів підвищувального мікшування. Наприклад, носій даних може бути розділений на рівні таким чином, що сигнал знижувального мікшування та пов'язані параметри мікшування для цього часового кадру можуть бути добути без добування і/або здійснення доступу до пов'язаних параметрів підвищувального мікшування. Згідно з описаними вище наведеними для прикладу варіантами здійснення машинопрочитуваного носія (або носія даних) згідно з третьою особливістю вихідний сигнал може являти собою K -канальний сигнал, де $2 \leq K < M$, замість двоканального сигналу, і K каналів вихідного сигналу можуть відповідати розбиттю M -канального звукового сигналу на K груп, замість двох каналів вихідного сигналу, які відповідають розбиттю M -канального сигналу на дві групи.

Більш докладно, згідно з наведеними для прикладу варіантами здійснення запропоновано

машинопрочитуваний носій (або носій даних), який представляє: двоканальний сигнал знижувального мікшування; і параметри підвищувального мікшування, які надають можливість параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, а другий канал сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Носій даних може додатково представляти параметри мікшування, які забезпечують можливість надання K -канального вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування, де $2 \leq K < M$. Кожний канал вихідного сигналу може апроксимувати лінійну комбінацію (наприклад, зважену або незважену суму) групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Групи, що відносяться до відповідних каналів вихідного сигналу, можуть являти собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу на K груп з одного або більше каналів. Щонайменше дві з K груп можуть містити щонайменше один канал з першої групи.

Додаткові наведені для прикладу варіанти здійснення визначено в залежних пунктах формули винаходу. Слід зазначити, що наведені для прикладу варіанти здійснення включають усі комбінації ознак, навіть якщо вони перелічені у взаємно різних пунктах формули винаходу.

IV. Наведені для прикладу варіанти здійснення

На фіг. 4-6 представлено альтернативні способи розбиття 11.1-канального звукового сигналу на групи каналів для параметричного кодування 11.1-канального звукового сигналу як 5.1-канального звукового сигналу або для відтворення 11.1-канального звукового сигналу в системі динаміків, яка містить п'ять гучномовців і один сабвуфер.

11.1-канальний звуковий сигнал містить канали L (лівий), LS (лівий бічний), LB (лівий задній), TFL (верхній передній лівий), TBL (верхній задній лівий), R (правий), RS (правий бічний), RB (правий задній), TFR (верхній передній правий), TBR (верхній задній правий), C (центральный) і LFE (низькочастотних ефектів). П'ять каналів L , LS , LB , TFL і TBL утворюють п'ятиканальний звуковий сигнал, що представляє лівий півпростір у середовищі відтворення 11.1-канального звукового сигналу. Три канали L , LS і LB представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення, а два канали TFL і TBL представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків трьох каналів L , LS і LB . Два канали TFL і TBL можуть, наприклад, бути призначені для відтворення в стельових динаміках. Аналогічно, п'ять каналів R , RS , RB , TFR і TBR утворюють додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал, що представляє правий півпростір середовища відтворення, при цьому три канали R , RS і RB представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення, і два канали TFR і TBR представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків трьох каналів R , RS і RB .

Для того щоб представити 11.1-канальний звуковий сигнал як 5.1-канальний звуковий сигнал, сукупність каналів L , LS , LB , TFL , TBL , R , RS , RB , TFR , TBR , C і LFE можна розбити на групи каналів, представлені відповідними каналами знижувального мікшування та пов'язаними метаданими. П'ятиканальний звуковий сигнал L , LS , LB , TFL , TBL можна представити за допомогою двоканального сигналу L_1 , L_2 знижувального мікшування і пов'язаних метаданих, тоді як додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R , RS , RB , TFR , TBR можна представити за допомогою додаткового двоканального сигналу R_1 , R_2 знижувального мікшування та пов'язаних додаткових метаданих. Канали C і LFE можуть бути збережені як окремі канали також і в 5.1-канальному представленні 11.1-канального звукового сигналу.

На фіг. 4 представлено перший формат F_1 кодування, в якому п'ятиканальний звуковий сигнал L , LS , LB , TFL , TBL розбито на першу групу 401 каналів L , LS , LB і другу групу 402 каналів TFL , TBL , і в якому додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R , RS , RB , TFR , TBR розбито на додаткову першу групу 403 каналів R , RS , RB і додаткову другу групу 404 каналів TFR , TBR . У першому форматі F_1 кодування перша група каналів 401 представлена першим каналом L_1 двоканального сигналу знижувального мікшування, а друга група 402 каналів представлена другим каналом L_2 двоканального сигналу знижувального мікшування. Перший канал L_1 сигналу знижувального мікшування може відповідати сумі першої групи 401 каналів згідно з

$$L_1 = L + LS + LB,$$

а другий канал L_2 сигналу знижувального мікшування може відповідати сумі другої групи 402 каналів згідно з

$$L_2 = TFL + TBL.$$

У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення деякі або всі канали перед

складанням можуть бути піддані зміні масштабу таким чином, що перший канал L_1 сигналу знижувального мікшування може відповідати лінійній комбінації першої групи 401 каналів згідно з $L_1 = c_1L + c_2LS + c_3LB$, а другий канал L_2 сигналу знижувального мікшування може відповідати лінійній комбінації другої групи 402 каналів згідно з $L_2 = c_4TFL + c_5TBL$. Коефіцієнти c_2, c_3, c_4, c_5 підсилення можуть, наприклад, збігатися, тоді як коефіцієнт c_1 підсилення, може наприклад, мати інше значення; наприклад, c_1 може відповідати повній відсутності зміни масштабу. Наприклад, можуть бути використані значення $c_1 = 1$ і $c_2 = c_3 = c_4 = c_5 = 1/\sqrt{2}$. Однак доти, доки коефіцієнти c_1, \dots, c_5 підсилення, застосовувані до відповідних каналів L, LS, LB, TFL, TBL для першого формату F_1 кодування, збігаються з коефіцієнтами підсилення, застосовуваними до цих каналів в інших форматах F_2 і F_3 кодування, описаних нижче з посиланням на фіг. 5 і 6, ці коефіцієнти підсилення не впливають на описувані нижче обчислення. Отже, рівняння й апроксимація, виведені нижче для каналів L, LS, LB, TFL, TBL , також застосовні й для версій $c_1L, c_2LS, c_3LB, c_4TFL, c_5TBL$ цих каналів зі зміненим масштабом. Якщо, з іншого боку, в різних форматах кодування застосовують різні коефіцієнти підсилення, то принаймні для деякі з виконуваних нижче обчислень можуть потребувати модифікації; наприклад, з метою надання більше достовірних апроксимацій може бути розглянута можливість включення додаткових декорелаторів.

Аналогічно, додаткова перша група 403 каналів представлена першим каналом R_1 додаткового сигналу знижувального мікшування, а додаткова друга група 404 каналів представлена за допомогою другого каналу R_2 додаткового сигналу знижувального мікшування.

Перший формат F_1 кодування передбачає спеціально призначені канали L_2 і R_2 знижувального мікшування для представлення стельових каналів TFL, TBL, TFR і TBR . Тому використання першого формату F_1 кодування може надати можливість параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу з відносно високою точністю відтворення у випадках, коли, наприклад, для загального враження від 11.1-канального звукового сигналу важливим є вертикальний вимір у середовищі відтворення.

На фіг. 5 представлено другий формат F_2 кодування, в якому п'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL розбито на третю 501 і четверту 502 групи каналів, представлених відповідними каналами L_1 і L_2 , де канали L_1 і L_2 відносяться до сум відповідних груп каналів, наприклад, з використанням для зміни масштабу тих самих коефіцієнтів c_1, \dots, c_5 підсилення, що й у першому форматі F_1 кодування. Аналогічно, додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR розбито на додаткові третю 503 і четверту 504 групи каналів, представлених відповідними каналами R_1 і R_2 .

Другий формат F_2 кодування не передбачає спеціально призначених каналів знижувального мікшування для представлення стельових каналів TFL, TBL, TFR і TBR , але може надавати можливість параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу з відносно високою точністю відтворення, наприклад, у тих випадках, коли вертикальний вимір у середовищі відтворення не так важливий для загального враження від 11.1-канального звукового сигналу. Другий формат F_2 кодування може також бути більш придатним для 5.1-канального відтворення, ніж перший формат F_1 кодування.

На фіг. 6 представлено третій формат F_3 кодування, в якому п'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL розбито на п'яту 601 і шосту 602 групи каналів, представлених відповідними каналами L_1 і L_2 сигналу знижувального мікшування, де канали L_1 і L_2 відносяться до сум відповідних груп каналів, наприклад, з використанням для зміни масштабу тих самих коефіцієнтів c_1, \dots, c_5 підсилення, що й у першому форматі F_1 кодування. Аналогічно, додатковий п'ятиканальний сигнал R, RS, RB, TFR, TBR розбито на додаткові п'яту 603 і шосту 604 групи каналів, представлених відповідними каналами R_1 і R_2 .

У третьому форматі F_3 кодування чотири канали LS, LB, TFL і TBL представлено другим каналом L_2 . Хоча параметричне відновлення 11.1-канального звукового сигналу з високою точністю відтворення в третьому форматі F_3 кодування потенційно може бути більш складним, ніж в інших форматах кодування, третій формат F_3 кодування можна, наприклад, використовувати для 5.1-канального відтворення.

Автори даного винаходу усвідомили, що метадані, пов'язані з 5.1-канальним представленням 11.1-канального звукового сигналу згідно з одним з форматів F_1, F_2, F_3 кодування, можна використовувати для генерування 5.1-канального представлення згідно з іншими форматами F_1, F_2, F_3 кодування без першочергового відновлення оригінального 11.1-канального сигналу. П'ятиканальний сигнал L, LS, LB, TFL, TBL , який представляє ліву

півплощину 11.1-канального звукового сигналу, і додатковий п'ятиканальний сигнал R, RS, RB, TFR, TBR , який представляє праву півплощину, можуть бути оброблені аналогічно.

Припустимо, що три канали x_1, x_2, x_3 були складені з утворенням каналу m_1 знижувального міксування згідно з $m_1 = x_1 + x_2 + x_3$, і що відновленню підлягають x_1 і $x_2 + x_3$. Усі три канали x_1, x_2, x_3 можна відновити з каналу m_1 знижувального міксування як

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} m_1 + \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \\ p_{31} & p_{32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1(m_1) \\ D_2(m_1) \end{bmatrix}$$

шляхом використання параметрів $c_i, 1 \leq i \leq 3$ і $p_{ij}, 1 \leq i \leq 3, 1 \leq j \leq 2$ підвищувального міксування, визначених на стороні кодера, і незалежних декореляторів D_1 і D_2 . Припускаючи, що використовувані параметри підвищувального міксування задовольняють $c_1 + c_2 + c_3 = 1$ і

10 $p_{1k} + p_{2k} + p_{3k} = 0$ для $k = 1, 2$, сигнали x_1 і $x_2 + x_3$ можна відновити як

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 + x_3 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 \\ 1 - c_1 \end{bmatrix} m_1 + \begin{bmatrix} p_1 \\ -p_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1(m_1) \\ D_2(m_1) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де два декорелятори D_1 і D_2 були замінені єдиним декорелятором D_1 , і де $p_1^2 = p_{11}^2 + p_{12}^2$. Якщо два канали x_4 і x_5 були складені з утворенням другого каналу m_2 знижувального міксування згідно з $m_2 = x_4 + x_5$, то сигнали x_1 і $x_2 + x_3 + x_4 + x_5$ можна відновити як

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 & 0 \\ 1 - c_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} p_1 \\ -p_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1(m_1) \\ D_2(m_1) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Як описано нижче, рівняння (2) можна використовувати для генерування сигналів, що узгоджуються з третім форматом F_3 кодування, на основі сигналів, які узгоджуються з першим форматом F_1 кодування.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_5 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 \\ d_2 \end{bmatrix} m_2 + \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} D_3(m_2) = \begin{bmatrix} 1 - d_1 \\ -q_1 \end{bmatrix} m_2 + \begin{bmatrix} q_1 \\ -q_1 \end{bmatrix} D_3(m_2) \quad (3)$$

з використанням декорелятора D_3 і параметрів підвищувального міксування, які задовольняють $d_1 + d_2 = 1$ і $q_1 + q_2 = 0$. Сигнали $x_1 + x_4$ і $x_2 + x_3 + x_5$ можна відновити на основі рівнянь (1) і (3) як

$$\begin{bmatrix} x_1 + x_4 \\ x_2 + x_3 + x_5 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 & d_1 \\ 1 - c_1 & 1 - d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} (p_1 D_1(m_1) + q_1 D_3(m_2)), \quad (4)$$

де внески двох декореляторів D_1 і D_3 (тобто декореляторів, які відносяться до типу зі збереженням енергії їхнього вхідного сигналу) були апроксимовані внеском єдиного декорелятора D_1 (тобто декорелятора, який відноситься до типу зі збереженням енергії його вхідного сигналу). Ця апроксимація може бути пов'язана з дуже малою сприйнятою втратою точності відтворення, особливо якщо канали m_1, m_2 знижувального міксування є некорельованими, і якщо значення $a = p_1$ і $b = q_1$ використовуються для вагових коефіцієнтів a і b . Формат кодування, згідно з яким канали m_1, m_2 знижувального міксування генерують на стороні кодера, міг бути вибраний, наприклад, у спробі зберегти низьку кореляцію між каналами m_1, m_2 знижувального міксування. Як описано нижче, рівняння (4) можна використовувати для генерування сигналів, які узгоджуються із другим форматом F_2 кодування, на основі сигналів, які узгоджуються з першим форматом F_1 кодування.

40 Структуру рівняння (4) можна необов'язково привести до вигляду

$$\begin{bmatrix} x_1 + x_4 \\ x_2 + x_3 + x_5 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c_1 & d_1 \\ 1 - c_1 & 1 - d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g \\ -g \end{bmatrix} D_1 \left(\frac{a}{g} m_1 + \frac{b}{g} m_2 \right),$$

де коефіцієнт $g = (a^2 + b^2)^{1/2}$ підсилення використовується для налаштування потужності вхідного сигналу в декорелятор D_1 . Також можна використовувати й інші значення коефіцієнта підсилення, такі як $g = (a^2 + b^2)^{1/v}$, для $0 < v < 1$.

45 Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального сигналу використовується перший формат F_1 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є другий формат F_2 кодування, то застосування апроксимації згідно з рівнянням (4) як до лівої, так і до правої сторін із вказуванням тильдами апроксимованої сутності деяких лівосторонніх величин (чотирьох каналів вихідного сигналу) дає

$$\begin{bmatrix} \tilde{L}_1 \\ \tilde{R}_1 \\ C \\ \tilde{L}_2 \\ \tilde{R}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{1,L} & 0 & 0 & d_{1,L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{1,R} & 0 & 0 & d_{1,R} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 - c_{1,L} & 0 & 0 & 1 - d_{1,L} & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 - c_{1,R} & 0 & 0 & 1 - d_{1,R} & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 \\ R_1 \\ C \\ L_2 \\ R_2 \\ S_L \\ S_R \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де, згідно з другим форматом F_2 кодування,

$$\tilde{L}_1 \approx L + TFL; \tilde{L}_2 \approx LS + LB + TBL,$$

$$\tilde{R}_1 \approx R + TFR; \tilde{R}_2 \approx RS + RB + TBR,$$

- 5 де $S_L = D(a_L L_1 + b_L L_2)$ і $S_R = D(a_R R_1 + b_R R_2)$, де $c_{1,L}$, $d_{1,L}$, a_L , b_L і $c_{1,R}$, $d_{1,R}$, a_R , b_R - відповідно, версії для лівих каналів і правих каналів параметрів c_1 , d_1 , a , b з рівняння (4), і де D означає оператор декореляції. Таким чином, апроксимацію другого формату F_2 кодування можна отримати з першого формату F_1 кодування на основі параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу без необхідності у фактичному відновленні 11.1-канального звукового сигналу.

10 Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального сигналу використовується перший формат F_1 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є третій формат F_3 кодування, то застосування апроксимації згідно з рівнянням (2) як до лівої, так і до правої сторони із вказуванням апроксимованої сутності деяких лівосторонніх величин дає

$$\begin{bmatrix} \tilde{L}_1 \\ \tilde{R}_1 \\ C \\ \tilde{L}_2 \\ \tilde{R}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{1,L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{1,R} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 - c_{1,L} & 0 & 0 & 1 & 0 & -p_{1,L} & 0 \\ 0 & 1 - c_{1,R} & 0 & 0 & 1 & 0 & -p_{1,R} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 \\ R_1 \\ C \\ L_2 \\ R_2 \\ D(L_1) \\ D(R_1) \end{bmatrix}, \quad (6)$$

де, згідно з третім форматом F_3 кодування,

$$\tilde{L}_1 \approx L; \tilde{L}_2 \approx LS + LB + TFL + TBL,$$

$$\tilde{R}_1 \approx R; \tilde{R}_2 \approx RS + RB + TFR + TBR,$$

- 20 де $c_{1,L}$, $p_{1,L}$ і $c_{1,R}$, $p_{1,R}$ - відповідно, версії для лівих каналів і правих каналів параметрів c_1 і p_1 з рівняння (2), і де D означає оператор декореляції. Таким чином, апроксимацію третього формату F_3 кодування можна отримати з першого формату F_1 кодування на основі параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу без необхідності у фактичному відновленні 11.1-канального звукового сигналу.

- 25 Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального звукового сигналу використовується другий формат F_2 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є перший формат F_1 кодування або третій формат F_3 кодування, то співвідношення, подібні до представлених у рівняннях (5) і (6), можна вивести з використанням тих самих міркувань.

- 30 Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального звукового сигналу використовується третій формат F_3 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є перший формат F_1 кодування або другий формат F_2 кодування, то можна використовувати принаймні деякі з вищеописаних міркувань. Однак, оскільки шоста група 602 каналів, представлена каналом L_2 , містить чотири канали LS, LB, TFL, TBL , наприклад, для лівої сторони (і, аналогічно, для правої сторони) можна використовувати більше одного декорельованого каналу, а інший канал \tilde{L}_1 , який представляє тільки канал L , може, наприклад, не бути включений в якості входу в будь-який з декореляторів.

- Як описано вище, параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу з 5.1-канального параметричного представлення (що узгоджується з одним з форматів F_1 , F_2 , F_3 кодування) можна використовувати для отримання альтернативного 5.1-канального представлення 11.1-канального звукового сигналу (що узгоджується з будь-яким іншим з форматів F_1 , F_2 , F_3 кодування). В інших наведених для прикладу варіантах здійснення альтернативне 5.1-канальне представлення може бути отримане на основі параметрів мікшування, спеціально визначених з цією метою на стороні кодера. Далі буде описано один спосіб визначення таких параметрів мікшування.

За умови, що два звукові сигнали $y_1 = u_1 + u_2$ і $y_2 = u_3 + u_4$ формують із чотирьох звукових

сигналів u_1, u_2, u_3, u_4 , можна отримати апроксимацію двох звукових сигналів $z_1 = u_1 + u_3$ і $z_2 = u_2 + u_4$. Різницю $z_1 - z_2$ можна оцінити з y_1 і y_2 як оцінку найменших квадратів згідно з

$$z_1 - z_2 = \alpha y_1 + \beta y_2 + r,$$

де сигнал r похибки є ортогональним як y_1 , так і y_2 . Використовуючи те, що $z_1 + z_2 = y_1 + y_2$,

5 можна вивести, що

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 + \beta \\ 1 - \alpha \end{bmatrix} y_1 + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 - \beta \end{bmatrix} y_2 + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} r. \quad (7)$$

Для того щоб прийти до апроксимації, яка відновлює вірну коваріаційну структуру сигналів z_1 і z_2 , сигнал r похибки можна замінити декорельованим сигналом тієї ж потужності, наприклад, у формі $\gamma D(y_1 + y_2)$, де D означає декореляцію, і де параметр γ підібрано для збереження

10 потужності сигналу. З використанням іншої параметризації рівняння (7) апроксимацію можна виразити як

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} c \\ 1 - c \end{bmatrix} y_1 + \begin{bmatrix} d \\ 1 - d \end{bmatrix} y_2 + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \gamma D(y_1 + y_2). \quad (8)$$

Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального сигналу використовується перший формат F_1 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є другий формат F_2 кодування, то застосування апроксимації згідно з рівнянням (8), де $z_1 = L + TFL$, $z_2 = LS + LB + TBL$, $\tilde{R}_1 = L + LS + LB$ і $y_2 = TFL + TBL$ з лівої сторони, і $z_1 = R + TFR$, $z_2 = RS + RB + TBR$, $y_1 = R + RS + RB$ і $y_2 = TFR + TBR$ із правої сторони, із вказуванням тількима апроксимованої сутності деяких лівосторонніх величин дає

$$\begin{bmatrix} \tilde{L}_1 \\ \tilde{L}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - c_L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - c_R & 0 & 0 & 1 - d_L & 0 & -\gamma_L \\ 0 & 0 & 1 - c_R & 0 & 0 & 1 - d_R & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - d_L & 0 & 0 & -\gamma_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ L_1 \\ L_2 \\ R \\ R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_L \\ 0 \\ 0 \\ \gamma_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ L_1 \\ L_2 \\ R \\ R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

де, згідно з першим форматом F_1 кодування,

$$\tilde{L}_1 \approx L + TFL; \tilde{L}_2 \approx LS + LB + TBL,$$

$$\tilde{R}_1 \approx R + TFR; \tilde{R}_2 \approx RS + RB + TBR,$$

де $\gamma_L = D(L_1 + L_2)$ і $\gamma_R = D(R_1 + R_2)$, де c_L , d_L , γ_L і c_R , d_R , γ_R - відповідно, версії для лівих каналів і для правих каналів параметрів c , d , γ з рівняння (8), і де D означає декореляцію. Таким

чином, апроксимацію другого формату F_2 кодування можна отримати з першого формату F_1 кодування на основі параметрів c_L , d_L , γ_L , c_R , d_R і γ_R мікшування, наприклад, визначених з цією метою на стороні кодера і переданих на сторону декодера разом з сигналами знижувального мікшування. Використання параметрів мікшування дозволяє поліпшити керування з боку кодера. Оскільки оригінальний 11.1-канальний звуковий сигнал доступний на стороні кодера, параметри мікшування можуть, наприклад, бути налаштовані на стороні кодера так, щоб підвищувати точність відтворення апроксимації другого формату F_2 кодування.

Аналогічно, апроксимацію третього формату F_3 кодування можна отримати з першого формату F_1 кодування на основі подібних параметрів мікшування. Подібні апроксимації першого формату F_1 кодування і третього формату F_3 кодування також можна отримати з другого формату F_2 кодування.

Як можна побачити в рівнянні (9), два канали вихідного сигналу \tilde{L}_1, \tilde{L}_2 приймають від декорельованого сигналу γ_L внески рівної величини, але протилежних знаків. Відповідна ситуація зберігається і для внесків декорельованих сигналів S_L і $D(L_1)$, відповідно, у рівняннях (5) і (6).

Як можна побачити в рівнянні (9), сума коефіцієнта c_L мікшування, який задає внесок першого каналу L_1 сигналу знижувального мікшування в перший канал \tilde{L}_1 вихідного сигналу, і коефіцієнта $1 - c_L$ мікшування, який задає внесок першого каналу L_1 сигналу знижувального мікшування в другий канал \tilde{L}_2 вихідного сигналу, має значення 1. Відповідні співвідношення також зберігаються й у рівняннях (5) і (6).

Фіг. 1 являє собою узагальнену функціональну схему блока 100 кодування для кодування M -канального сигналу як двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення.

M -канальний звуковий сигнал показаний тут на прикладі п'ятиканального сигналу L, LS, LB, TFL і TBL , описаного з посиланням на фіг. 4, а сигнал знижувального мікшування показаний на прикладі першого каналу L_1 і другого каналу L_2 , обчислених згідно з першим форматом F_1

кодування, описаним з посиланням на фіг. 4. Можуть бути передбачені наведені для прикладу варіанти здійснення, у яких блок 100 кодування обчислює сигнал знижувального мікшування згідно з будь-яким з форматів кодування, описаних з посиланням на фіг. 4-6. Також можуть бути передбачені наведені для прикладу варіанти здійснення, у яких блок 100 кодування обчислює сигнал знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу, де $M \geq 4$. Зокрема, буде зрозуміло, що обчислення й апроксимації, які подібні описаним вище та приводять до рівнянь (5), (6) і (9), можуть бути виконані для наведених для прикладу варіантів здійснення, де $M = 4$ або $M \geq 6$.

Блок 100 кодування містить блок 110 знижувального мікшування та блок 120 аналізу. Блок 110 знижувального мікшування обчислює сигнал знижувального мікшування на основі п'ятиканального звукового сигналу шляхом формування першого каналу L_1 сигналу знижувального мікшування як лінійної комбінації (наприклад, як суми) першої групи 401 каналів п'ятиканального звукового сигналу та шляхом формування другого каналу L_2 сигналу знижувального мікшування як лінійної комбінації (наприклад, як суми) другої групи 402 каналів п'ятиканального звукового сигналу. Перша та друга групи 401, 402 являють собою розбиття п'яти каналів L, LS, LB, TFL, TBL п'ятиканального звукового сигналу. Блок 120 аналізу визначає параметри α_{LU} підвищувального мікшування для параметричного відновлення п'ятиканального звукового сигналу з сигналу знижувального мікшування в параметричному декодері. Блок 120 аналізу також визначає параметри α_{LM} мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування двоканального вихідного сигналу.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення вихідний сигнал являє собою двоканальне представлення п'ятиканального звукового сигналу згідно з другим форматом F_2 кодування, описаним з посиланням на фіг. 5. Однак також можуть бути передбачені наведені для прикладу варіанти здійснення, в яких вихідний сигнал представляє п'ятиканальний звуковий сигнал згідно з будь-яким з форматів кодування, описаних з посиланням на фіг. 4-6.

Перший канал L_1 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію (наприклад, суму) третьої групи 501 каналів п'ятиканального звукового сигналу, а другий канал L_2 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію (наприклад, суму) четвертої групи 502 каналів п'ятиканального звукового сигналу. Третя та четверта групи 501, 502 являють собою інше розбиття п'яти каналів L, LS, LB, TFL, TBL п'ятиканального звукового сигналу, ніж надане першою та другою групами 401, 402 каналів. Зокрема, третя група 501 містить канал L з першої групи 401, тоді як четверта група 502 містить канали LS і LB з першої групи 401.

Блок 100 кодування виводить сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування та пов'язані метадані для спільного зберігання і/або передачі на сторону декодера. Метадані містять параметри α_{LU} підвищувального мікшування та параметри α_{LM} мікшування. Параметри α_{LM} мікшування можуть нести достатню інформацію для застосування рівняння (9) з метою отримання вихідного сигналу L_1, L_2 на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування. Параметри α_{LM} мікшування можуть, наприклад, містити параметри c_L, d_L, γ_L або навіть усі елементи крайньої лівої матриці в рівнянні (9).

Фіг. 2 являє собою узагальнену функціональну схему системи 200 кодування звуку, яка містить блок 100 кодування, описаний з посиланням на фіг. 1, згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення звуковий вміст, наприклад, записаний одним або більше акустичними перетворювачами 201 або згенерований устаткуванням 201 авторської розробки звуку, надано у формі 11.1-канального звукового сигналу, описаного з посиланням до фіг. 4-6. Блок 202 аналізу із квадратурним дзеркальним фільтром (QMF) перетворює п'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL , один часовий сегмент за іншим, в область QMF для обробки блоком 100 кодування п'ятиканального звукового сигналу у формі частотно-часових мозаїк. Система 200 кодування звуку містить додатковий блок 203 кодування, аналогічний блоку 100 кодування, і пристосований для кодування додаткового п'ятиканального звукового сигналу R, RS, RB, TFR, TBR як додаткового двоканального сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування і пов'язаних метаданих, які містять додаткові параметри α_{RU} підвищувального мікшування та додаткові параметри α_{RM} мікшування. Додаткові параметри α_{RM} мікшування можуть, наприклад, містити параметри c_R, d_R, γ_R з рівняння (9). Блок 202 аналізу QMF також перетворює додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR в область QMF для обробки за допомогою додаткового блока 203 кодування. Сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, виведений блоком 100 кодування, перетворюють назад з області QMF за допомогою блока 204 синтезу QMF і перетворюють в область модифікованого дискретного косинусного перетворення (MDCT) за

допомогою блока 205 перетворення. Блоки 206 і 207 квантування піддають квантуванню, відповідно, параметри α_{LU} підвищувального мікшування та параметри α_{LM} мікшування. Наприклад, може бути використане рівномірне квантування з величиною кроку 0,1 або 0,2 (безрозмірною) з наступним ентропійним кодуванням у формі кодування методом Хаффмана.

Більш грубе квантування з величиною кроку 0,2 може бути використане, наприклад, для економії смуги пропускання передачі, а більш тонке квантування з величиною кроку 0,1 може бути використане, наприклад, для підвищення точності відтворення відновлення на стороні декодера. Аналогічно, додатковий сигнал R_1, R_2 знижувального мікшування, виведений додатковим блоком 203 кодування, перетворюють назад з області QMF блоком 208 синтезу QMF і перетворюють в область MDCT блоком 209 перетворення. Блоки 210 і 211 квантування піддають квантуванню, відповідно, додаткові параметри α_{RU} підвищувального мікшування та додаткові параметри α_{RM} мікшування. Канали C і LFE також перетворюють в область MDCT відповідними блоками 214 і 215 перетворення. Перетворені в MDCT сигнали знижувального мікшування та канали, а також квантовані метадані, потім поєднують мультиплексором 216 у бітовий потік B для передачі на сторону декодера. Система 200 кодування звуку може також містити основний кодер (не показаний на фіг. 2), виконаний з можливістю кодування сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, додаткового сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування та каналів C і LFE з використанням перцептивного аудіокодека, такого як Dolby Digital або MPEG AAC, перед наданням сигналів знижувального мікшування та каналів C і LFE на мультиплексор 216. До сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, додаткового сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування та каналу C перед формуванням бітового потоку B може бути застосований відсічний коефіцієнт підсилення, що відповідає, наприклад, $-8,7$ дБ.

Фіг. 3 являє собою блок-схему способу 300 кодування звуку, виконуваного системою 200 кодування звуку, згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. Спосіб 300 кодування звуку включає: приймання 310 п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL ; обчислення 320 двоканального сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування на основі п'ятиканального звукового сигналу; визначення 330 параметрів α_{LU} підвищувального мікшування; визначення 340 параметрів α_{LM} мікшування; і виведення 350 сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання і/або передачі, при цьому метадані містять параметри α_{LU} підвищувального мікшування та параметри α_{LM} мікшування.

Фіг. 7 являє собою узагальнену функціональну схему блока 700 декодування для надання двоканального вихідного сигналу L_1, L_2 на основі двоканального сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з наведеним для прикладу варіантом здійснення.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування являє собою сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, виведений блоком 100 кодування, описаним з посиланням на фіг. 1, і пов'язаний як з параметрами α_{LU} підвищувального мікшування, так і з параметрами α_{LM} мікшування, виведеними блоком 100 кодування. Як описано з посиланням на фіг. 1 і 4, параметри α_{LU} підвищувального мікшування пристосовані для параметричного відновлення п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування. Однак також можуть бути передбачені варіанти здійснення, у яких параметри α_{LU} підвищувального мікшування пристосовані для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу, де $M = 4$ або $M \geq 6$.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення перший канал L_1 сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації (наприклад, сумі) першої групи 401 каналів п'ятиканального звукового сигналу, а другий канал L_2 сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації (наприклад, сумі) другої групи 402 каналів п'ятиканального звукового сигналу. Перша та друга групи 401, 402 являють собою розбиття п'яти каналів L, LS, LB, TFL, TBL п'ятиканального звукового сигналу.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення блок 700 декодування приймає двоканальний сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування та параметри α_{LU} підвищувального мікшування і надає двоканальний вихідний сигнал L_1, L_2 на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та параметрів α_{LU} підвищувального мікшування. Блок 700 декодування містить блок 710 декореляції та блок 720 мікшування. Блок 710 декореляції приймає сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування і виводить на його основі й відповідно до параметрів підвищувального мікшування (порівн. рівняння (4) і (5)) одноканальний декорельований сигнал D . Блок 720 мікшування визначає набір коефіцієнтів мікшування на основі параметрів α_{LU} підвищувального мікшування та формує вихідний сигнал L_1, L_2 як лінійну комбінацію сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та декорельованого сигналу D згідно з коефіцієнтами мікшування.

Іншими словами, блок 720 мікшування виконує проекцію з трьох каналів у два канали.

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення блок 700 декодування виконаний з можливістю надання вихідного сигналу L_1, L_2 згідно з другим форматом F_2 кодування, описаним з посиланням на фіг. 5, і отже формує вихідний сигнал L_1, L_2 згідно з рівнянням (5). Іншими
5 словами, коефіцієнти мікшування відповідають елементам у крайній лівій матриці рівняння (5) і можуть бути визначені блоком мікшування на основі параметрів α_{LU} підвищувального мікшування.

Таким чином, блок 720 мікшування визначає коефіцієнти мікшування так, що перший канал L_1 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію (наприклад, суму) третьої групи 501 каналів
10 п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL , і так, що другий канал L_2 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію (наприклад, суму) четвертої групи каналів п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL . Як описано з посиланням на фіг. 5, третя та четверта групи 501, 502 являють собою розбиття п'яти каналів сигналу L, LS, LB, TFL, TBL п'ятиканального звукового сигналу, і як третя, так і четверта групи 501, 502 містять щонайменше
15 один канал з першої групи 401 каналів.

У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення коефіцієнти, використовувані для параметричного відновлення п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL із сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та декорельованого сигналу, можуть бути представлені
20 параметрами α_{LU} підвищувального мікшування в компактній формі, яка містить менше параметрів, ніж кількість фактичних коефіцієнтів, використовуваних для параметричного відновлення. У таких варіантах здійснення фактичні коефіцієнти можуть бути виведені на стороні декодера на основі знання конкретної використовуваної компактної форми.

Фіг. 8 являє собою узагальнену функціональну схему системи 800 декодування звуку, яка містить блок 700 декодування, описаний з посиланням на фіг. 7, згідно з одним наведеним для
25 прикладу варіантом здійснення.

Блок 801 приймання, наприклад, який містить демультимплексор, приймає бітовий потік B , переданий із системи 200 кодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 2, і добуває сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування та пов'язані параметри α_{LU} підвищувального мікшування, додатковий сигнал R_1, R_2 знижувального мікшування та пов'язані додаткові параметри α_{RU}
30 підвищувального мікшування, а також канали C і LFE з бітового потоку B .

Хоча параметри α_{LM} мікшування та додаткові параметри α_{RM} мікшування можуть бути доступні в бітовому потоці B , в даному наведеному для прикладу варіанті здійснення ці параметри системою 800 декодування звуку не використовуються. Іншими словами, система 800 декодування звуку згідно із даним наведеним для прикладу варіантом здійснення є
35 сумісною з бітовими потоками, з яких такі параметри мікшування можуть не добуватися. Блок декодування, який використовує параметри α_{LM} мікшування, буде описаний більш докладно нижче з посиланням на фіг. 9.

У випадку, коли сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, додатковий сигнал R_1, R_2 знижувального мікшування і/або канали C і LFE закодовані в бітовому потоці B з використанням
40 перцептивного аудіокодека, такого як Dolby Digital, MPEG AAC або їх удосконалених варіантів, система 800 декодування звуку може містити основний декодер (не показаний на фіг. 8), виконаний з можливістю декодування відповідних сигналів і каналів при добуванні їх з бітового потоку B .

Блок 802 перетворення перетворює сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування шляхом виконання зворотного MDCT, а блок 803 аналізу QMF перетворює сигнал L_1, L_2 знижувального
45 мікшування в область QMF для обробки сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування блоком 700 декодування у формі частотно-часових мозаїк. Блок 804 деквантування виконує деквантування параметрів α_{LU} підвищувального мікшування, наприклад, з ентропійно кодованого формату, перед їх подачею в блок 700 декодування. Як описано з посиланням на фіг. 2, квантування могло бути виконане з однією з двох різних величин кроку, наприклад, 0,1 або 0,2. Фактично використовувана величина кроку може бути попередньо визначена або може бути передана
50 сигналами в систему 800 декодування звуку зі сторони кодера, наприклад, за допомогою бітового потоку B .

У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення система 800 декодування звуку містить додатковий блок 805 декодування, аналогічний блоку 700 декодування. Додатковий
55 блок 805 декодування виконаний з можливістю приймання додаткового двоканального сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування, описаного з посиланням на фіг. 2-4, і додаткових метаданих, які містять додаткові параметри α_{RU} підвищувального мікшування для параметричного

відновлення додаткового п'ятиканального звукового сигналу R, RS, RB, TFR, TBR на основі додаткового сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування. Додатковий блок 805 декодування виконаний з можливістю надання додаткового двоканального вихідного сигналу R_1, R_2 на основі сигналу знижувального мікшування та додаткових α_{RU} параметрів підвищувального мікшування.

5 Додатковий вихідний сигнал R_1, R_2 забезпечує представлення додаткового п'ятиканального звукового сигналу R, RS, RB, TFR, TBR , що узгоджується із другим форматом F_2 кодування, описаним з посиланням на фіг. 5.

Блок 806 перетворення перетворює додатковий сигнал R_1, R_2 знижувального мікшування шляхом виконання зворотного MDCT, а блок 807 аналізу QMF перетворює додатковий сигнал R_1, R_2 знижувального мікшування в область QMF для обробки додаткового сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування додатковим блоком 805 декодування у формі частотно-часових мозаїк. Блок 808 деквантування виконує деквантування додаткових параметрів α_{RU} підвищувального мікшування, наприклад, з ентропійно кодованого формату, перед їх подачею в додатковий блок 805 декодування.

15 У тих наведених для прикладу варіантах здійснення, де до сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, додаткового сигналу R_1, R_2 знижувального мікшування та каналу C на стороні кодера був застосований відсічний коефіцієнт підсилення, для компенсації відсічного коефіцієнта підсилення в системі 800 декодування звуку до цих сигналів може бути застосований відповідний коефіцієнт підсилення, наприклад, який відповідає 8,7 дБ.

20 У наведеному для прикладу варіанті здійснення, описаному з посиланням на фіг. 8, вихідний сигнал L_1, L_2 і додатковий вихідний сигнал R_1, R_2 , виведені, відповідно, блоком 700 декодування і додатковим блоком 805 декодування, перетворюють назад з області QMF блоком 811 синтезу QMF перед їх наданням разом з каналами C і LFE в якості виводу системи 800 декодування звуку для відтворення на системі 812 з декількома динаміками, яка містить, наприклад, п'ять динаміків і сабвуфер. Блоки 809, 810 перетворення перетворюють канали C і LFE у часову область шляхом виконання зворотного MDCT перед включенням цих каналів у вивід системи 800 декодування звуку.

Канали C і LFE можуть, наприклад, бути добуті з бітового потоку B у дискретно кодованій формі, і система 800 декодування може, наприклад, містити блоки одноканального декодування (не показані на фіг. 8), виконані з можливістю декодування відповідних дискретно кодованих каналів. Блок одноканального декодування може, наприклад, містити основні декодери для декодування звукового вмісту, закодованого з використанням перцептивного аудіокодека, такого як Dolby Digital, MPEG AAC або їх удосконалених варіантів.

35 Фіг. 9 являє собою узагальнену функціональну схему альтернативного блока 900 декодування згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. Блок 900 декодування є подібним до блока 700 декодування, описаного з посиланням на фіг. 7, за винятком того, що блок 900 декодування використовує параметри α_{LM} мікшування, які надає блок 100 кодування, описаний з посиланням на фіг. 1, замість використання параметрів α_{LU} підвищувального мікшування, які також надає блок 100 кодування.

40 Подібно до блока 700 декодування, блок 900 декодування містить блок 910 декореляції та блок 920 мікшування. Блок 910 декореляції виконаний з можливістю приймання сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, який надається блоком 100 кодування, описаним з посиланням на фіг. 1, і виведення на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування одноканального декорельованого сигналу D . Блок 920 мікшування визначає набір коефіцієнтів мікшування на основі параметрів α_{LM} мікшування та формує вихідний сигнал L_1, L_2 як лінійну комбінацію сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та декорельованого сигналу D згідно з коефіцієнтами мікшування. Блок 920 мікшування визначає параметри мікшування незалежно від параметрів α_{LU} підвищувального мікшування та формує вихідний сигнал L_1, L_2 шляхом виконання проекції з трьох каналів у два.

50 У даному наведеному для прикладу варіанті здійснення блок 900 декодування виконаний з можливістю надання вихідного сигналу L_1, L_2 згідно з другим форматом F_2 кодування, описаним з посиланням на фіг. 5, і отже формує вихідний сигнал L_1, L_2 згідно з рівнянням (9). Іншими словами, прийняті параметри α_{LM} мікшування можуть містити параметри c_L, d_L, r_L у крайній лівій матриці рівняння (9), і параметри α_{LM} мікшування могли бути визначені на стороні кодера як описано стосовно рівняння (9). Таким чином, блок 920 мікшування визначає коефіцієнти мікшування так, що перший канал L_1 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію (наприклад, суму) третьої групи 501 каналів п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL , описаного з посиланням на фіг. 4-6, і так, що другий канал L_2 вихідного сигналу апроксимує

лінійну комбінацію (наприклад, суму) четвертої групи 502 каналів п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL .

Сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування та параметри α_{LM} мікшування можуть, наприклад, бути добути з бітового потоку B , виведеного системою 200 кодування звуку, описаною з посиланням на фіг. 2. Параметри α_{LU} підвищувального мікшування, також закодовані в бітовому потоці B , можуть не бути використані блоком 900 декодування згідно з даним наведеним для прикладу варіантом здійснення, і отже добувати їх з бітового потоку B не потрібно.

Фіг. 10 являє собою блок-схему способу 1000 декодування звуку для надання двоканального вихідного сигналу на основі двоканального сигналу знижувального мікшування та пов'язаних параметрів підвищувального мікшування згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. Спосіб 1000 декодування може, наприклад, бути виконаний системою 800 декодування звуку, описаною з посиланням на фіг. 8.

Спосіб 1000 декодування включає приймання 1010 двоканального сигналу знижувального мікшування, який пов'язаний з метаданими, що містять параметри підвищувального мікшування для параметричного відновлення п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL , описаного з посиланням на фіг. 4-6, на основі сигналу знижувального мікшування. Сигнал знижувального мікшування може, наприклад, являти собою сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, описаний з посиланням на фіг. 1, і може бути узгодженим з першим форматом F_1 кодування, описаним стосовно фіг. 4. Спосіб 1000 декодування додатково включає приймання 1020 щонайменше деяких метаданих. Прийняті метадані можуть, наприклад, містити параметри α_{LU} підвищувального мікшування і/або параметри α_{LM} мікшування, описані з посиланням на фіг. 1. Спосіб 1000 декодування додатково включає: генерування 1040 декорельованого сигналу на основі щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування; визначення 1050 набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих; і формування 1060 двоканального вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування. Двоканальний вихідний сигнал може, наприклад, являти собою двоканальний вихідний сигнал L_1, L_2 , описаний з посиланням на фіг. 7 і 8, і може бути узгодженим із другим форматом F_2 кодування, описаним з посиланням на фіг. 5. Іншими словами, коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що перший канал L_1 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи 501 каналів, а другий канал L_2 вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи 502 каналів.

Спосіб 1000 декодування може необов'язково включати приймання 1030 сигнальної інформації, яка вказує, що прийнятий сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування є узгодженим з одним з першого формату F_1 кодування і другого формату F_2 кодування, описаними з посиланням на фіг. 4 і 5, відповідно. Третя та четверта групи 501, 502 можуть бути визначені попередньо, і коефіцієнти мікшування можуть бути визначені так, що єдине розбиття п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL на третю та четверту групи 501, 502 каналів, апроксимовані каналами вихідного сигналу L_1, L_2 , зберігається для обох можливих форматів F_1, F_2 кодування прийнятого сигналу знижувального мікшування. Спосіб 1000 декодування може необов'язково включати пропускання 1070 сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування як вихідного сигналу L_1, L_2 (і/або заглушування внеску декорельованого сигналу у вихідний сигнал) у відповідь на отримання сигнальної інформації, яка вказує, що прийнятий сигнал знижувального мікшування є узгодженим із другим форматом F_2 кодування, оскільки тоді формат кодування прийнятого сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування збігається з форматом кодування, який потрібно надати у вихідному сигналі L_1, L_2 .

На фіг. 11 представлено схематичне зображення машинопрочитаного носія 1100 згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. Машинопрочитуваний носій 1100 представляє: двоканальний сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, описаний з посиланням на фіг. 1 і 4; параметри α_{LU} підвищувального мікшування, описані з посиланням на фіг. 1, що надають можливість параметричного відновлення п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування; і параметри α_{LM} мікшування, описані з посиланням на фіг. 1.

Буде зрозуміло, що, хоча блок 100 кодування, описаний з посиланням на фіг. 1, виконаний з можливістю кодування 11.1-канального звукового сигналу згідно з першим форматом F_1 кодування та надання параметрів α_{LM} мікшування для надання вихідного сигналу, узгодженого з другим форматом F_2 кодування, можуть бути передбачені подібні блоки кодування, виконані з можливістю кодування 11.1-канального звукового сигналу згідно з будь-яким з форматів F_1, F_2, F_3 кодування та надання параметрів мікшування для надання вихідного сигналу, узгодженого з

будь-яким з форматів F_1, F_2, F_3 кодування.

Також буде зрозуміло, що, хоча блоки 700, 900 декодування, описані з посиланням на фіг. 7 і 9, виконані з можливістю надання вихідного сигналу, який узгоджений із другим форматом F_2 кодування, на основі сигналу знижувального мікшування, який узгоджений з першим форматом F_1 кодування, можуть бути передбачені подібні блоки декодування, які виконані з можливістю надання вихідного сигналу, який узгоджений з будь-яким з форматів F_1, F_2, F_3 кодування, на основі сигналу знижувального мікшування, який узгоджений з будь-яким з форматів F_1, F_2, F_3 кодування.

Оскільки шоста група 602 каналів, описана з посиланням на фіг. 6, містить чотири канали, буде зрозуміло, що надання вихідного сигналу, який узгоджений з першим або другим форматами F_1, F_2 кодування, на основі сигналу знижувального мікшування, який узгоджений із третім форматом F_3 кодування, може, наприклад, включати: використання більш ніж одного декорельованого каналу; і/або використання не більше ніж одного з каналів сигналу знижувального мікшування як вводу в блок декореляції.

Буде зрозуміло, що, хоча вищеописані приклади були сформульовані стосовно 11.1-канального звукового сигналу, описаного з посиланням на фіг. 4-6, можуть бути передбачені системи кодування та системи декодування, які містять, відповідно, будь-яку кількість блоків кодування або блоків декодування та які можуть бути виконані з можливістю обробки звукових сигналів, що містять будь-яку кількість M -канальних звукових сигналів.

Фіг. 12 являє собою узагальнену функціональну схему блока 1200 декодування для надання K -канального вихідного сигналу L_1, \dots, L_K на основі двоканального сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та пов'язаних метаданих згідно з одним наведеним для прикладу варіантом здійснення. Блок 1200 декодування є подібним до блока 700 декодування, описаного з посиланням на фіг. 7, за винятком того, що блок 1200 декодування надає K -канальний вихідний сигнал L_1, \dots, L_K , де $2 \leq K < M$, замість двоканального вихідного сигналу L_1, L_2 .

Більш докладно, блок 1200 декодування виконаний з можливістю приймання двоканального сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, який пов'язаний з метаданими, при цьому метадані містять параметри α_{LU} підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування, де $M \geq 4$. Перший канал L_1 сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації (або сумі) першої групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу (наприклад, першої групи 401, описаної з посиланням на фіг. 4). Другий канал L_2 сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації (або сумі) другої групи (наприклад, другої групи 402, описаної з посиланням на фіг. 4) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу. Іншими словами, перша та друга групи є неперетинними та разом містять усі канали M -канального звукового сигналу.

Блок 1200 декодування виконаний з можливістю приймання принаймні частини метаданих (наприклад, метаданих, які містять параметри α_{LU} підвищувального мікшування) і надання K -канального вихідного сигналу L_1, \dots, L_K на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та прийнятих метаданих. Блок 1200 декодування містить блок 1210 декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та виведення на його основі декорельованого сигналу D . Блок 1200 декодування додатково містить блок 1220 мікшування, виконаний з можливістю визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих і формування вихідного сигналу L_1, \dots, L_K як лінійної комбінації сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та декорельованого сигналу D згідно з коефіцієнтами мікшування. Блок 1220 мікшування виконаний з можливістю визначення коефіцієнтів мікшування так, що кожний з K каналів вихідного сигналу L_1, \dots, L_K апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу. Коефіцієнти мікшування визначають так, що групи, які відносяться до відповідних каналів вихідного сигналу L_1, \dots, L_K , являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу на K груп з одного або більше каналів, і так, що щонайменше дві з цих K груп містять щонайменше один канал з першої групи каналів M -канального сигналу (тобто групи, яка відповідає першому каналу L_1 сигналу знижувального мікшування).

Декорельований сигнал D може, наприклад, являти собою одноканальний сигнал. Як зазначено на фіг. 12, декорельований сигнал D може, наприклад, являти собою двоканальний сигнал. У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення декорельований сигнал D може містити більше двох каналів.

M -канальний сигнал може, наприклад, являти собою п'ятиканальний сигнал L, LS, LB, TFL, TBL , описаний з посиланням на фіг. 4, а сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування може, наприклад, являти собою двоканальне представлення п'ятиканального сигналу L, LS, LB, TFL, TBL згідно з будь-яким з форматів F_1, F_2, F_3 кодування, описаних з посиланням на фіг. 4-6.

5 Система 800 декодування звуку, описана з посиланням на фіг. 8, замість блоків 700 і 805 декодування може, наприклад, містити один або більше блоків 1200 декодування, які належать до типу, описаного з посиланням на фіг. 12, а система 812 з декількома динаміками може, наприклад, містити більше п'яти гучномовців і сабвуфера, описаних з посиланням на фіг. 8.

10 Система 800 декодування звуку може, наприклад, бути пристосована для виконання способу декодування звуку, подібного до способу 1000 декодування звуку, описаного з посиланням на фіг. 10, за винятком того, що замість двоканального вихідного сигналу надають K -канальний вихідний сигнал.

Наведені для прикладу реалізації блока 1200 декодування та системи 800 декодування звуку будуть описані нижче з посиланням на фіг. 12-16.

15 Подібно до фіг. 4-6, на фіг. 13-14 представлено альтернативні способи розбиття 11.1-канального звукового сигналу на групи з одного або більше каналів.

Для того щоб представити 11.1-канальний (або 7.1+4-канальний, або 7.1.4-канальний) звуковий сигнал як 7.1-канальний (або 5.1+2-канальний, або 5.1.2-канальний) звуковий сигнал, сукупність каналів $L, LS, LB, TFL, TBL, R, RS, RB, TFR, TBR, C$ і LFE можна розбити на групи каналів, представлені відповідними каналами. П'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL можна представити триканальним сигналом L_1, L_2, L_3 , тоді як додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR можна представити додатковим триканальним сигналом R_1, R_2, R_3 . Канали C і LFE можуть бути збережені як окремі канали також і в 7.1-канальному представленні 11.1-канального звукового сигналу.

25 На фіг. 13 представлено четвертий формат F_4 кодування, який надає 7.1-канальне представлення 11.1-канального звукового сигналу. У четвертому форматі F_4 кодування п'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL розбито на першу групу 1301 каналів, яка містить тільки канал L , другу групу 1302 каналів, яка містить канали LS, LB , і третю групу 1303 каналів, яка містить канали TFL, TBL . Канали L_1, L_2, L_3 триканального сигналу L_1, L_2, L_3 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумами) відповідних груп 1301, 1302, 1303 каналів. Аналогічно, додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR розбито на додаткову першу групу 1304, яка містить канал R , додаткову другу групу 1305, яка містить канали RS, RB , і додаткову третю групу 1306, яка містить канали TFR, TBR . Канали R_1, R_2, R_3 додаткового триканального сигналу R_1, R_2, R_3 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумами) відповідних додаткових груп 1304, 1305, 1306 каналів.

Автори даного винаходу усвідомили, що метадані, пов'язані з 5.1-канальним представленням 11.1-канального звукового сигналу згідно з одним із першого, другого і третього форматів F_1, F_2, F_3 кодування, можна використовувати для генерування 7.1-канального представлення згідно з четвертим форматом F_4 кодування без першочергового відновлення оригінального 11.1-канального сигналу. П'ятиканальний сигнал L, LS, LB, TFL, TBL представляє ліву півплощину 11.1-канального звукового сигналу, а додатковий п'ятиканальний сигнал R, RS, RB, TFR, TBR представляє праву півплощину, і вони можуть бути оброблені аналогічно.

Слід нагадати, що два канали x_4 і x_5 можуть бути відновлені з суми $m_2 = x_4 + x_5$ з використанням рівняння (3).

45 Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального сигналу використовується другий формат F_2 кодування, а для 7.1-канального представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є четвертий формат F_4 кодування, то апроксимація, забезпечувана рівнянням (1), може бути застосована один раз із

50 $x_1 = TBL, x_2 = LS, x_3 = LB,$

і один раз із

$x_1 = TBR, x_2 = RS, x_3 = RB,$

і апроксимація, забезпечувана рівнянням (3), може бути застосована один раз із

$x_4 = L, x_5 = TFL,$

55 і один раз із

$x_4 = R, x_5 = TFR.$

Із вказуванням тильдами апроксимованої сутності деяких з лівосторонніх величин (шести каналів вихідного сигналу), таке застосування рівнянь (1) і (3) дає

UA 123388 C2

5 іде, згідно з четвертим форматом F_4 кодування,
 $\underline{L}_1 \approx L, \underline{L}_2 \approx LS + LB, \underline{L}_3 \approx TFL + TBL,$
 $\underline{R}_1 \approx \underline{R}, \underline{R}_2 \approx RS + RB, \underline{R}_3 \approx TFR + TBR.$

Два екземпляри блока 1200 декодування, описаного з посиланням на фіг. 12 (з $K = 3$, $M = 5$ і двоканальним декорельованим сигналом D), можуть надати триканальні вихідні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 , які апроксимують триканальні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 четвертого формату F_4 кодування. Більш докладно, блоки 1220 мікшування блоків 1200 декодування можуть визначати коефіцієнти мікшування на основі параметрів підвищувального мікшування згідно з матрицею A з рівняння (10). Система декодування звуку, подібна до системи 800 декодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 8, може застосовувати два такі блоки 1200 декодування для надання 7.1-канального представлення звукового сигналу 11.1 для 7.1-канального відтворення.

рівнянням (1), може бути застосована один раз із

$$\begin{bmatrix} \tilde{L}_1 \\ \tilde{R}_1 \\ \tilde{L}_2 \\ \tilde{R}_2 \\ \tilde{L}_3 \\ \tilde{R}_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 & 0 & 0 & 0 & p_{1,L} & 0 & 0 & 0 \\ R_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{1,R} & 0 \\ L_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D(L_1) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D(L_2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D(R_1) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D(R_2) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 \\ R_1 \\ C \\ L_2 \\ D(L_1) \\ D(L_2) \\ D(R_1) \\ D(R_2) \end{bmatrix} \quad (11)$$

з вказуванням тількими апроксимованої сутності, деяких з лівосторонніх величин (шести каналів вихідного сигналу), таке застосування рівняння (1) дає

де, згідно з четвертим форматом F_4 кодування,
 $\tilde{L}_1 \approx L$, $\tilde{L}_2 \approx LS + LB$, $\tilde{L}_3 = TFL + TBL$ (не апроксимовані),

$$\widetilde{R_1} \approx R, \widetilde{R_2} \approx RS + RB, \widetilde{R_3} = TFR + TBR \text{ (не апроксимовані).}$$

У наведеному вище рівнянні (11) параметри $c_{1,L}$, $p_{1,L}$ і $c_{1,R}$, $p_{1,R}$ являють собою версії, відповідно, для лівих каналів і правих каналів параметрів c_1 , p_1 з рівняння (1), а D означає оператор декореляції. Таким чином, апроксимацію четвертого формату F_4 кодування можна отримати з першого формату F_1 кодування на основі параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу без необхідності у фактичному відновленні 11.1-канального звукового сигналу.

Два екземпляри блока 1200 декодування, описаного з посиланням на фіг. 12 (з $K = 3$ і $M = 5$), можуть надати триканальні вихідні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 , які апроксимують триканальні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 четвертого формату F_4 кодування. Більш докладно, блоки 1220 мікшування блоків декодування можуть визначати коефіцієнти мікшування на основі параметрів підвищувального мікшування згідно з рівнянням (11). Система декодування звуку, подібна до системи 800 декодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 8, може застосовувати два такі блоки 1200 декодування для надання 7.1-канального представлення звукового сигналу 11.1 для 7.1-канального відтворення.

Як можна побачити з рівняння (11), фактично потрібно тільки два декорельованих канали. Хоча декорельовані канали $D(L_2)$ і $D(R_2)$ не є необхідними для надання четвертого формату F_4 кодування з першого формату F_1 кодування, такі декорелятори можна, наприклад, все одно підтримувати в запущеному (або активному) стані, так що буфери/запам'ятовувальні пристрої декореляторів підтримують в оновленому і доступному стані на випадок зміни формату кодування сигналу знижувального мікшування, наприклад, на другий формат F_2 кодування. Слід нагадати, що при наданні четвертого формату F_4 кодування з другого формату F_2 кодування застосовують чотири декорельованих канали (див. рівняння (10) і пов'язану матрицю A).

Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального звукового сигналу використовується третій формат F_3 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є четвертий формат F_4 кодування, то співвідношення, подібні до представлених у рівняннях (10) і (11), можна вивести з використанням тих самих міркувань. Система декодування звуку, подібна до системи 800 декодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 8, може застосовувати два блоки 1200 декодування для надання 7.1-канального представлення звукового сигналу 11.1 згідно з четвертим форматом F_4 кодування.

Для того щоб представити 11.1-канальний звуковий сигнал як 9.1-канальний (або 5.1+4-канальний, або 5.1.4-канальний) звуковий сигнал, сукупність каналів $L, LS, LB, TFL, TBL, R, RS, RB, TFR, TBR, C$ і LFE можна розбити на групи каналів, представлені відповідними каналами. П'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL можна представити чотириканальним сигналом L_1, L_2, L_3, L_4 , тоді як додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR можна представити додатковим чотириканальним сигналом R_1, R_2, R_3, R_4 . Канали C і LFE можуть бути збережені як окремі канали також і в 9.1-канальному представленні 11.1-канального звукового сигналу.

На фіг. 14 представлено п'ятий формат F_5 кодування, який надає 9.1-канальне представлення 11.1-канального звукового сигналу. У п'ятому форматі кодування п'ятиканальний звуковий сигнал L, LS, LB, TFL, TBL розбито на першу групу 1401 каналів, яка містить тільки канал L , другу групу 1402 каналів, яка містить канали LS, LB , третю групу 1403 каналів, яка містить тільки канал TFL , і четверту групу 1404 каналів, яка містить тільки канал TBL . Канали L_1, L_2, L_3, L_4 чотириканального сигналу L_1, L_2, L_3, L_4 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумами) відповідних груп 1401, 1402, 1403, 1404 з одного або більше каналів. Аналогічно, додатковий п'ятиканальний звуковий сигнал R, RS, RB, TFR, TBR розбито на додаткову першу групу 1405, яка містить канал R , додаткову другу групу 1406, яка містить канали RS, RB , додаткову третю групу 1407, яка містить канал TFR , і додаткову четверту групу 1408, яка містить канал TBR . Канали R_1, R_2, R_3, R_4 додаткового чотириканального сигналу R_1, R_2, R_3, R_4 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумами) відповідних додаткових груп 1405, 1406, 1407, 1408 з одного або більше каналів.

Автори даного винаходу усвідомили, що метадані, пов'язані з 5.1-канальним представленням 11.1-канального звукового сигналу згідно з одним із форматів F_1, F_2, F_3 кодування, можна використовувати для генерування 9.1-канального представлення згідно з п'ятим форматом F_5 кодування без першочергового відновлення оригінального 11.1-канального сигналу. П'ятиканальний сигнал L, LS, LB, TFL, TBL , який представляє ліву півплощину 11.1-канального звукового сигналу, і додатковий п'ятиканальний сигнал R, RS, RB, TFR, TBR , який представляє праву півплощину, можуть бути оброблені аналогічно.

Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального сигналу використовується другий формат F_2 кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є п'ятий формат F_5 кодування, то апроксимація, забезпечувана рівнянням (1), може бути застосована один раз із

$$x_1 = TBL, x_2 = LS, x_3 = LB,$$

і один раз із

$$x_1 = TBR, x_2 = RS, x_3 = RB,$$

і апроксимація згідно з рівнянням (3) може бути застосована один раз із

$$\tilde{x}_{R_1} = L, \tilde{x}_3 = TFL,$$

і один раз із

$$\tilde{x}_{L_2} = R, \tilde{x}_5 = TFR.$$

Вказуванням тильдами апроксимованої сутності деяких з лівосторонніх величин (восьми каналів вихідного сигналу), таке застосування рівнянь (1) і (3) дає

$$\begin{bmatrix} \tilde{R}_3 \\ \tilde{L}_4 \\ \tilde{R}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D(L_2) \\ D(R_1) \\ D(R_2) \end{bmatrix}, \quad (12)$$

$$A = \begin{bmatrix} d_{1,L} & 0 & 0 & 0 & 0 & q_{1,L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & d_{1,R} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_{1,R} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - c_{1,L} & 0 & 0 & -p_{1,L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 - c_{1,R} & 0 & 0 & 0 & -p_{1,R} \\ 1 - d_{1,L} & 0 & 0 & 0 & 0 & -q_{1,L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - d_{1,R} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -q_{1,R} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{1,L} & 0 & 0 & p_{1,L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{1,R} & 0 & 0 & 0 & p_{1,R} \end{bmatrix},$$

і де, згідно з п'ятим форматом F_5 кодування,

$$\tilde{L}_1 \approx L, \tilde{L}_2 \approx LS + LB, \tilde{L}_3 \approx TFL, \tilde{L}_4 \approx TBL$$

$$\tilde{R}_1 \approx R, \tilde{R}_2 \approx RS + RB, \tilde{R}_3 \approx TFR, \tilde{R}_4 \approx TBR.$$

У наведеній вище матриці A параметри $c_{1,L}, p_{1,L}$ і $c_{1,R}, p_{1,R}$ являють собою, відповідно, версії для лівих каналів і правих каналів параметрів c_1, p_1 підвищувального мікшування з рівняння (1), $d_{1,L}, q_{1,L}$ і $d_{1,R}, q_{1,R}$ являють собою, відповідно, версії для лівих каналів і правих каналів параметрів d_1, q_1 підвищувального мікшування з рівняння (3), і D означає оператор декореляції. Таким чином, апроксимацію п'ятого формату F_5 кодування можна отримати з другого формату F_2 кодування на основі параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення 11.1-канального звукового сигналу без необхідності у фактичному відновленні 11.1-канального звукового сигналу.

Два екземпляри блока 1200 декодування, описаного з посиланням на фіг. 12 (з $K = 4$ і $M = 5$, і двоканальним декорельованим сигналом D), можуть надати чотириканальні вихідні сигнали L_1, L_2, L_3, L_4 і R_1, R_2, R_3, R_4 , які апроксимують чотириканальні сигнали L_1, L_2, L_3, L_4 і R_1, R_2, R_3, R_4 , п'ятого формату F_5 кодування. Більш докладно, блоки 1220 мікшування блоків декодування можуть визначати коефіцієнти мікшування на основі параметрів підвищувального мікшування згідно з рівнянням (12). Система декодування звуку, подібна до системи 800 декодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 8, може застосовувати два такі блоки 1200 декодування для надання 9.1-канального представлення звукового сигналу 11.1 для 9.1-канального відтворення.

Якщо для надання параметричного представлення 11.1-канального звукового сигналу використовується перший F_1 або третій F_3 формат кодування, а для представлення звукового вмісту на стороні декодера бажаним є п'ятий формат F_5 кодування, то співвідношення, подібні до представлених у рівнянні (12), можна вивести з використанням тих самих міркувань.

На фіг. 15-16 представлено альтернативні способи розбиття 13.1-канального (або 9.1+4-канального, або 9.1.4-канального) звукового сигналу на групи каналів для представлення 13.1-

канального звукового сигналу, відповідно, як 5.1-канального звукового сигналу та 7.1-канального сигналу.

13.1-канальний звуковий сигнал містить канали LW (лівий широкий), $LSCRN$ (лівий екранний), LS (лівий бічний), LB (лівий задній), TFL (верхній передній лівий), TBL (верхній задній лівий), RW (правий широкий), $RSCRN$ (правий екранний), RS (правий бічний), RB (правий задній), TFR (верхній передній правий), TBR (верхній задній правий), C (центральный) і LFE (низькочастотних ефектів). Шість каналів LW , $LSCRN$, LS , LB , TFL і TBL утворюють шестиканальний звуковий сигнал, який представляє лівий півпростір у середовищі відтворення 13.1-канального звукового сигналу. Чотири канали LW , $LSCRN$, LS і LB представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення, і два канали TFL і TBL представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків чотирьох каналів LW , $LSCRN$, LS і LB . Два канали TFL і TBL можуть, наприклад, бути призначені для відтворення в стельових динаміках. Аналогічно, шість каналів RW , $RSCRN$, RS , RB , TFR і TBR утворюють додатковий шестиканальний звуковий сигнал, який представляє правий півпростір середовища відтворення, при цьому чотири канали RW , $RSCRN$, RS і RB представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення, і два канали TFR і TBR представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків чотирьох каналів RW , $RSCRN$, RS і RB .

На фіг. 15 представлено шостий формат F_6 кодування, в якому шестиканальний звуковий сигнал LW , $LSCRN$, LS , LB , TFL , TBL розбито на першу групу 1501 каналів LW , $LSCRN$, TFL і другу групу 1502 каналів LS , LB , TBL , і в якому додатковий шестиканальний звуковий сигнал RW , $RSCRN$, RS , RB , TFR , TBR розбито на додаткову першу групу 1503 каналів RW , $RSCRN$, TFR і додаткову другу групу 1504 каналів RS , RB , TBR . Канали L_1 , L_2 двоканального сигналу L_1 , L_2 знижувального міксування відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумам) відповідних груп 1501, 1502 каналів. Аналогічно, канали R_1 , R_2 додаткового двоканального сигналу R_1 , R_2 знижувального міксування відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумам) відповідних додаткових груп 1503, 1504 каналів.

На фіг. 16 представлено сьомий формат F_7 кодування, в якому шестиканальний звуковий сигнал LW , $LSCRN$, LS , LB , TFL , TBL розбито на першу групу 1601 каналів LW , $LSCRN$, другу групу 1602 каналів LS , LB і третю групу 1603 каналів TFL , TBL , і в якому додатковий шестиканальний звуковий сигнал RW , $RSCRN$, RS , RB , TFR , TBR розбито на додаткову першу групу 1604 каналів RW , $RSCRN$, додаткову другу групу 1605 каналів RS , RB і додаткову третю групу 1606 каналів TFR , TBR . Три канали L_1 , L_2 , L_3 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумам) відповідних груп 1601, 1602, 1603 каналів. Аналогічно, три додаткові канали R_1 , R_2 , R_3 відповідають лінійним комбінаціям (наприклад, зваженим або незваженим сумам) відповідних додаткових груп 1604, 1605, 1606 каналів.

Автори даного винаходу усвідомили, що метадані, пов'язані з 5.1-канальним представленням 13.1-канального звукового сигналу згідно з шостим форматом F_6 кодування, можна використовувати для генерування 7.1-канального представлення згідно з сьомим форматом F_7 кодування без першочергового відновлення оригінального 13.1-канального сигналу. Шестиканальний сигнал LW , $LSCRN$, LS , LB , TFL , TBL , який представляє ліву півплощину 13.1-канального звукового сигналу, і додатковий шестиканальний сигнал RW , $RSCRN$, RS , RB , TFR , TBR , який представляє праву півплощину, можуть бути оброблені аналогічно.

Слід нагадати, що два канали x_4 і x_5 можуть бути відновлені з суми $m_2 = x_4 + x_5$ з використанням рівняння (3).

Якщо для надання параметричного представлення 13.1-канального сигналу використовується шостий формат F_6 кодування, а на стороні декодера для 7.1-канального (або 5.1+2-канального, або 5.1.2-канального) представлення звукового вмісту бажаним є сьомий формат F_7 кодування, то апроксимація, забезпечувана рівнянням (1), може бути застосована чотири рази, один раз із

$$x_1 = TBL, x_2 = LS, x_3 = LB,$$

один раз із

$$x_1 = TBR, x_2 = RS, x_3 = RB,$$

один раз із

$$x_1 = TFL, x_2 = LW, x_3 = LSCRN,$$

і один раз із

$$x_1 = TFR, x_2 = RW, x_3 = RSCRN,$$

і вказуванням тильдами апроксимованої сутності деяких з лівосторонніх величин (шести каналів вихідного сигналу), таке застосування рівняння (1) дає

$$\begin{bmatrix} \tilde{L}_1 \\ \tilde{R}_1 \\ \tilde{C} \\ \tilde{L}_2 \\ \tilde{R}_2 \\ \tilde{L}_3 \\ \tilde{R}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_1 \\ R_1 \\ C \\ L_2 \\ R_2 \\ D(L_2) \\ D(R_1) \\ D(R_2) \end{bmatrix}, \quad (13)$$

$$A_{De} = \begin{bmatrix} 1 - c_{1,L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -p_{1,L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - c_{1,R} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -p_{1,R} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - c'_{1,L} & 0 & 0 & 0 & -p'_{1,L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 - c'_{1,R} & 0 & 0 & 0 & 0 & -p'_{1,R} \\ c_{1,L} & 0 & 0 & c'_{1,L} & 0 & 0 & p_{1,L} & p'_{1,L} & 0 & 0 \\ 0 & c_{1,R} & 0 & 0 & c'_{1,R} & 0 & 0 & 0 & p_{1,R} & p'_{1,R} \end{bmatrix}$$

5

і де, згідно з сьомим форматом F_7 кодування,
 $\tilde{L}_1 \approx LW + LSCRN$, $\tilde{L}_2 \approx LS + LB$, $\tilde{L}_3 \approx TFL + TBL$,
 $\tilde{R}_1 \approx RW + RSCRN$, $\tilde{R}_2 \approx RS + RB$, $\tilde{R}_3 \approx TFR + TBR$.

У наведеній вище матриці A параметри $c_{1,L}$, $p_{1,L}$ і $c'_{1,L}$, $p'_{1,L}$ являють собою два різні екземпляри параметрів c_1 , p_1 підвищувального мікшування з рівняння (1) для лівої сторони, параметри $c_{1,R}$, $p_{1,R}$ і $c'_{1,R}$, $p'_{1,R}$ являють собою два різні екземпляри параметрів c_1 , p_1 підвищувального мікшування з рівняння (1) для правої сторони, і D означає оператор декореляції. Таким чином, апроксимацію сьомого формату F_7 кодування можна отримати з шостого формату F_6 кодування на основі параметрів підвищувального мікшування для параметричного відновлення 13.1-канального звукового сигналу без необхідності у фактичному відновленні 13.1-канального звукового сигналу.

Два екземпляри блока 1200 декодування, описаного з посиланням на фіг. 12 (з $K = 3$, $M = 6$ і двоканальним декорельованим сигналом D), можуть надати триканальні вихідні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 , які апроксимують триканальні сигнали L_1, L_2, L_3 і R_1, R_2, R_3 сьомого формату F_7 кодування, на основі двоканальних сигналів знижувального мікшування, згенерованих на стороні кодера згідно з шостим форматом F_6 кодування. Більш докладно, блоки 1220 мікшування блоків 1200 декодування можуть визначати коефіцієнти мікшування на основі параметрів підвищувального мікшування згідно з матрицею A з рівняння (13). Система декодування звуку, подібна до системи 800 декодування звуку, описаної з посиланням на фіг. 8, може застосовувати два такі блоки 1200 декодування для надання 7.1-канального представлення звукового сигналу 13.1 для 7.1-канального відтворення.

Як можна побачити в рівняннях (10)-(13) (і пов'язаних матрицях A), якщо два канали вихідного сигналу (наприклад, канали L_1 і L_2 в рівнянні (11)) приймають внески від одного й того самого декорельованого каналу (наприклад, $D(L_1)$ в рівнянні (11)), то ці два внески мають однакову величину, але протилежні знаки (що, наприклад, вказано коефіцієнтами $p_{1,L}$ і $-p_{1,L}$ мікшування в рівнянні (11)).

Як можна побачити в рівняннях (10)-(13) (і пов'язаних матрицях A), якщо два канали вихідного сигналу (наприклад, канали L_1 і L_2 в рівнянні (11)) приймають внески від одного й того самого каналу знижувального мікшування (наприклад, каналу L_1 в рівнянні (11)), то сума двох коефіцієнтів мікшування, які задають ці два внески (наприклад, коефіцієнтів $c_{1,L}$ і $1 - c_{1,L}$ мікшування в рівнянні (11)), має значення 1.

Як описано вище з посиланням на фіг. 12-16, блок 1200 декодування може надавати K -канальний вихідний сигнал L_1, \dots, L_K на основі двоканального сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування та параметрів α_{LU} підвищувального мікшування. Параметри α_{LU} підвищувального мікшування можуть бути пристосовані для параметричного відновлення оригінального M -канального звукового сигналу, а блок 1220 мікшування блока 1200 декодування може мати можливість обчислювати відповідні параметри мікшування на основі параметрів α_{LU} підвищувального мікшування для надання K -канального вихідного сигналу L_1, \dots, L_K без

40

відновлення M -канального звукового сигналу.

У деяких наведених для прикладу варіантах здійснення спеціально призначені параметри α_{LM} мікшування можуть бути відправлені зі сторони кодера для полегшення надання K -канального вихідного сигналу L_1, \dots, L_K на стороні декодера.

5 Наприклад, блок 1200 декодування може бути виконаний подібно до блока 900 декодування, описаного вище з посиланням на фіг. 9.

Наприклад, блок 1200 декодування може приймати параметри α_{LM} мікшування у формі елементів (або коефіцієнтів мікшування) однієї або більше матриць мікшування, представлених у рівняннях (10)-(13) (тобто матриць, позначених А). У такому прикладі може не бути
10 необхідності в обчисленні блоком 1200 декодування будь-яких елементів матриць мікшування в рівняннях (10)-(13).

Можуть бути передбачені наведені для прикладу варіанти здійснення, у яких блок 120 аналізу, описаний з посиланням на фіг. 1, (і, аналогічно, додатковий блок 203 аналізу, описаний з посиланням на фіг. 2) визначає параметри α_{LM} мікшування для отримання на основі сигналу
15 L_1, L_2 знижувального мікшування K -канального вихідного сигналу, де $2 \leq K < M$. Параметри α_{LM} мікшування можуть, наприклад, бути надані у формі елементів (або коефіцієнтів мікшування) однієї або більше матриць мікшування з рівнянь (10)-(13) (тобто матриць, позначених А).

Може, наприклад, бути передбачено декілька наборів параметрів α_{LM} мікшування, в яких відповідні набори параметрів α_{LM} мікшування призначені для різних типів представлення на
20 стороні декодера. Наприклад, система 200 кодування звуку, описана вище з посиланням на фіг. 2, може надавати бітовий потік В, в якому надається 5.1-представлення знижувального мікшування оригінального 11.1-канального звукового сигналу, і в якому можуть бути надані набори параметрів α_{LM} мікшування для 5.1-канального представлення (згідно з першим, другим і/або третім форматами F_1, F_2, F_3 кодування), для 7.1-канального представлення (згідно із
25 четвертим форматом F_4 кодування) і/або для 9.1-канального представлення (згідно з п'ятим форматом F_5 кодування).

Спосіб 300 кодування звуку, описаний з посиланням на фіг. 3 може, наприклад, включати визначення 340 параметрів α_{LM} мікшування для отримання на основі сигналу L_1, L_2 знижувального мікшування K -канального вихідного сигналу, де $2 \leq K < M$.

Можуть бути передбачені наведені для прикладу варіанти здійснення, в яких машинопрочитуваний носій 1100, описаний з посиланням на фіг. 11, представляє: двоканальний сигнал знижувального мікшування (наприклад, двоканальний сигнал L_1, L_2 знижувального мікшування, описаний з посиланням на фіг. 1 і 4); параметри підвищувального мікшування (наприклад, параметри α_{LU} підвищувального мікшування, описані з посиланням на
35 фіг. 1), які надають можливість параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (наприклад, п'ятиканального звукового сигналу L, LS, LB, TFL, TBL) на основі сигналу знижувального мікшування; і параметри α_{LM} мікшування, які забезпечують можливість надання K -канального вихідного сигналу на основі сигналу знижувального мікшування. Як описано вище, $M \geq 4$; $2 \leq K < M$.

Буде зрозуміло, що, хоча вищеописані приклади було сформульовано в термінах оригінальних звукових сигналів з $M = 5$ і $M = 6$ каналами і вихідних сигналів з $K = 2$, $K = 3$ і $K = 4$ каналами, подібні системи кодування (і блоки кодування) і системи декодування (і блоки декодування) можуть бути передбачені для будь-яких M і K , які задовольняють умовам $M \geq 4$ і $2 \leq K < M$.

45 V. Еквіваленти, розширення, альтернативи та інше

Навіть незважаючи на те, що в даному описі описані та зображені конкретні наведені для прикладу варіанти здійснення, даний винахід не обмежується цими конкретними прикладами. Модифікації та зміни вищеописаних наведених для прикладу варіантів здійснення можуть бути здійснені без виходу за межі обсягу даного винаходу, який визначено лише супровідною
50 формулою винаходу.

У формулі винаходу слово «який містить» не виключає інші елементи або етапи, і однина не виключає множину. Сам той факт, що деякі ознаки перераховано у взаємно різних залежних пунктах формули винаходу, не вказує на те, що комбінація цих ознак не може бути використана з перевагою. Будь-які посилальні позиції, які зустрічаються у формулі винаходу, не потрібно
55 розглядати як такі, що обмежують її обсяг.

Розкриті вище пристрої та способи можуть бути реалізовані як програмне забезпечення, програмно-апаратне забезпечення, апаратне забезпечення або їх комбінація. В апаратній реалізації розподіл задач між функціональними блоками, згаданими в наведеному вище описі,

необов'язково відповідає розподілу на фізичні блоки; навпаки, один фізичний компонент може мати декілька функціональних можливостей, і одна задача може бути виконана в розподілений спосіб декількома фізичними компонентами у взаємодії. Деякі компоненти або всі компоненти можуть бути реалізовані як програмне забезпечення, виконуваче цифровим процесором, процесором обробки сигналів або мікропроцесором, або можуть бути реалізовані як апаратне забезпечення, або як спеціалізована інтегральна схема. Таке програмне забезпечення може поширюватися на машинопрочитуваних носіях, які можуть містити комп'ютерні запам'ятовувальні носії (або постійні носії) і засоби комунікації (або тимчасові носії). Як добре відомо фахівцям в даній галузі техніки, термін «комп'ютерні запам'ятовувальні носії» включає енергозалежні й енергонезалежні, знімні та незнімні носії, реалізовані будь-яким способом або технологією для зберігання інформації, такої як машинопрочитувані команди, структури даних, програмні модулі або інші дані. Комп'ютерні запам'ятовувальні носії включають, але без обмеження, ОЗП, ПЗП, ЕСППЗП, флеш-пам'ять або іншу технологію пам'яті, компакт-диски, універсальні цифрові диски (DVD) або інші запам'ятовувальні пристрої на оптичних дисках, магнітні касети, магнітну стрічку, запам'ятовувальний пристрій на магнітному диску або інші магнітні запам'ятовувальні пристрої, або будь-який інший носій, який може бути використаний для зберігання бажаної інформації і до якого можна отримати доступ за допомогою комп'ютера. Крім того, як добре відомо фахівцям в даній галузі техніки, засоби зв'язку, як правило, втілюють машинопрочитувані команди, структури даних, програмні модулі або інші дані в модульованому сигналі даних, такому як несна хвиля або інший механізм передачі, і включають будь-які носії доставки інформації.

VI. Список прикладів

1. Спосіб (1000) декодування звуку, який включає:

приймання (1010) двоканального сигналу (L_1 , L_2) знижувального міксування, який пов'язаний з метаданими, при цьому метадані містять параметри (α_{LV}) підвищувального міксування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (L , LS , LB , TFL , TBL) на основі сигналу знижувального міксування, де $M \geq 4$, при цьому перший (L_1) канал сигналу знижувального міксування відповідає лінійній комбінації першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (L_2) сигналу знижувального міксування відповідає лінійній комбінації другої групи (402) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу;

приймання (1020) щонайменше частини вказаних метаданих;

генерування (1040) декорельованого сигналу (D) на основі щонайменше одного каналу сигналу знижувального міксування;

визначення (1050) набору коефіцієнтів міксування на основі прийнятих метаданих; і

формування (1060) двоканального вихідного сигналу (L_1 , L_2) як лінійної комбінації сигналу знижувального міксування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами міксування, при цьому коефіцієнти міксування визначають таким чином, що:

перший канал (L_1) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (501) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

другий канал (L_2) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (502) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

третья та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу;

і як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал із вказаної першої групи.

2. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 1, в якому прийняті метадані містять параметри підвищувального міксування і в якому коефіцієнти міксування визначають шляхом обробки параметрів підвищувального міксування.

3. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 1, в якому прийняті метадані містять параметри (α_{LM}) міксування, які відрізняються від параметрів підвищувального міксування.

4. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 3, в якому коефіцієнти міксування визначають незалежно від будь-яких значень параметрів підвищувального міксування.

5. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким із попередніх прикладів, в якому $M = 5$.

6. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому кожен коефіцієнт підсилення, який задає внесок каналу M -канального звукового сигналу в одну з лінійних комбінацій, яким відповідають канали сигналу знижувального міксування, збігається з коефіцієнтом підсилення, який задає внесок вказаного каналу M -канального звукового сигналу в одну з лінійних комбінацій, які апроксимовані каналами вихідного сигналу.

7. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, який додатково включає початковий етап приймання бітового потоку (B), який представляє сигнал знижувального міксування та метадані,

5 причому сигнал знижувального міксування та вказані прийняті метадані добувають із бітового потоку.

8. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому декорельований сигнал являє собою одноканальний сигнал і в якому вказаний вихідний сигнал формують шляхом включення в указану лінійну комбінацію сигналу знижувального міксування та декорельованого сигналу не більше ніж одного каналу декорельованого сигналу.

10 9. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 8, в якому коефіцієнти міксування визначають таким чином, що два канали вихідного сигналу приймають від декорельованого сигналу внески рівної величини, при цьому внески від декорельованого сигналу у відповідний канал вихідного сигналу мають протилежні знаки.

15 10. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 8–9, в якому формування вихідного сигналу являє собою проекцію з трьох каналів у два канали.

11. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому коефіцієнти міксування визначають таким чином, що сума коефіцієнта міксування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального міксування в перший канал вихідного сигналу, і коефіцієнта міксування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального міксування в другий канал вихідного сигналу, має значення 1.

12. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому вказана перша група складається з двох або трьох каналів.

13. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому M -канальний звуковий сигнал містить три канали (L , LS , LB), які представляють різні горизонтальні напрямки у середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, і два канали (TFL , TBL), які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.

14. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 13, в якому вказана перша група складається із вказаних трьох каналів і в якому вказана друга група складається із вказаних двох каналів.

15. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 14, в якому одна із вказаних третьої та четвертої груп містить обидва із вказаних двох каналів.

16. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 14, в якому кожна із вказаних третьої та четвертої груп містить один із вказаних двох каналів.

17. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, в якому декорельований сигнал отримують шляхом обробки лінійної комбінації каналів сигналу знижувального міксування.

18. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 1-15, в якому декорельований сигнал отримують на основі не більш ніж одного каналу сигналу знижувального міксування.

19. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 1-2 і 15-18, в якому вказана перша група складається з N каналів, де $N \geq 3$, причому вказану першу групу можна відновити у вигляді лінійної комбінації вказаного першого каналу сигналу знижувального міксування та $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу шляхом застосування коефіцієнтів сухого підвищувального міксування до вказаного першого каналу сигналу знижувального міксування та коефіцієнтів вологого підвищувального міксування до каналів $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу, причому прийняті метадані містять параметри вологого підвищувального міксування та параметри сухого підвищувального міксування, і при цьому визначення коефіцієнтів міксування включає:

50 визначення на основі параметрів сухого підвищувального міксування коефіцієнтів сухого підвищувального міксування;

заповнення проміжної матриці, яка містить більше елементів, ніж кількість прийнятих параметрів вологого підвищувального міксування, на основі прийнятих параметрів вологого підвищувального міксування та знання про те, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць;

55 отримання коефіцієнтів вологого підвищувального міксування шляхом множення проміжної матриці на попередньо визначену матрицю, при цьому коефіцієнти вологого підвищувального міксування відповідають матриці, яка є результатом множення, та містять більше коефіцієнтів, ніж кількість елементів у проміжній матриці; і

обробку коефіцієнтів сухого та вологого підвищувального міксування.

60 20. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким з попередніх прикладів, який додатково

включає:

приймання сигнальної інформації (1030), яка вказує один із щонайменше двох форматів (F_1, F_2, F_3) кодування M -канального звукового сигналу, при цьому формати кодування відносяться до відповідних різних варіантів розбиття каналів M -канального звукового сигналу на

5 відповідні першу та другу групи, пов'язані з каналами сигналу знижувального мікшування, при цьому вказані третя та четверта групи є попередньо визначеними, і при цьому коефіцієнти мікшування визначають так, що для вказаних щонайменше двох форматів кодування зберігається єдине розбиття M -канального звукового сигналу на вказані третю та четверту групи каналів, які апроксимовані каналами вихідного сигналу.

10 21. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 20, який додатково включає: пропускання (1070) сигналу знижувального мікшування як вказаного вихідного сигналу у відповідь на вказування вказаною сигнальною інформацією конкретного формату (F_2) кодування, при цьому конкретний формат кодування відповідає розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним вказаними третьою та четвертою

15 групами.
22. Спосіб декодування звуку згідно з прикладом 20, який додатково включає: заглушування внеску декорельованого сигналу в указаний вихідний сигнал у відповідь на вказування вказаною сигнальною інформацією конкретного формату кодування, при цьому конкретний формат кодування відповідає розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним вказаними третьою та четвертою групами.

20 23. Спосіб декодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 20-22, в якому:
у першому форматі (F_1) кодування вказана перша група складається з трьох каналів (L, LS, LB), які представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, і вказана друга група складається з двох каналів (TFL, TBL), які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення; і
у другому форматі (F_2) кодування кожна з вказаних першої та другої груп містить один із вказаних двох каналів.

30 24. Система (800) декодування звуку, яка містить блок (700) декодування, виконаний з можливістю:

приймання двоканального сигналу (L_1, L_2) знижувального мікшування, який пов'язаний з метаданими, при цьому метадані містять параметри (α_{LU}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (L, LS, LB, TFL, TBL) на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$, при цьому перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (L_2) сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи (402) з одного або більше каналів (TFL, TBL) M -канального звукового сигналу, і при цьому перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу;

40 приймання щонайменше частини вказаних метаданих; і надання двоканального вихідного сигналу (L_1, L_2) на основі сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих,

при цьому блок декодування містить:
блок (710) декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі декорельованого сигналу (D); і

45 блок (720) мікшування, виконаний з можливістю визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих і формування вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування,

50 причому блок мікшування виконаний з можливістю визначення коефіцієнтів мікшування таким чином, що:

перший канал (L_1) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (501) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

55 другий канал (L_2) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (502) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу; і

як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал із вказаної першої групи.

25. Система декодування звуку згідно з прикладом 24, яка також містить додатковий блок (805) декодування, виконаний з можливістю:

5 приймання додаткового двоканального сигналу (R_1, R_2) знижувального мікшування, який пов'язаний з додатковими метаданими, при цьому додаткові метадані містять додаткові параметри (α_{RU}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення додаткового M -канального звукового сигналу (R, RS, RB, TFR, TBR) на основі додаткового сигналу знижувального мікшування, при цьому перший канал (R_1) додаткового сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи (403) з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (R_2) додаткового сигналу
10 знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи (403) з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу, і при цьому перша та друга групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу являють собою розбиття M каналів додаткового M -канального звукового сигналу,

15 приймання щонайменше частини додаткових метаданих; і надання додаткового двоканального вихідного сигналу (\bar{R}_1, \bar{R}_2) на основі додаткового сигналу знижувального мікшування та прийнятих додаткових метаданих, при цьому додатковий блок декодування містить:

додатковий блок декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу додаткового сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі
20 додаткового декорельованого сигналу; і

додатковий блок мікшування, виконаний з можливістю визначення набору додаткових коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих додаткових метаданих і

формування додаткового вихідного сигналу як лінійної комбінації додаткового сигналу знижувального мікшування та додаткового декорельованого сигналу згідно з додатковими коефіцієнтами мікшування,

25 при цьому додатковий блок мікшування виконаний з можливістю визначення додаткових коефіцієнтів мікшування таким чином, що:

30 перший канал (\bar{R}_1) додаткового вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (503) з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу;

другий канал (\bar{R}_2) додаткового вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (504) з одного або більше каналів додаткового M -канального звукового сигналу;

третя та четверта групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу являють собою розбиття M каналів додаткового M -канального звукового сигналу; і

35 як третя, так і четверта групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу містять щонайменше один канал із вказаної першої групи каналів додаткового M -канального звукового сигналу.

26. Система декодування згідно з будь-яким із прикладів 24-25, яка додатково містить:

40 демультимплексор (801), виконаний з можливістю добування із бітового потоку (B) сигналу знижувального мікшування, вказаних прийнятих метаданих і дискретно кодованого звукового каналу (C); і

блок одноканального декодування, застосовний для декодування вказаного дискретно кодованого звукового каналу.

45 27. Спосіб (300) кодування звуку, який включає:

приймання (310) M -канального звукового сигналу (L, LS, LB, TFL, TBL), де $M \geq 4$;

обчислення (320) двоканального сигналу (L_1, L_2) знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу, при цьому перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і другий канал (L_2) сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію другої групи (402) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при
50 цьому перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу;

визначення (330) параметрів (α_{LU}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу з сигналу знижувального мікшування,

55 визначення (340) параметрів мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування двоканального вихідного сигналу (L_1, L_2), при цьому перший канал (L_1) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (501) з одного або більше каналів M -

канального звукового сигналу, при цьому другий канал (\widetilde{L}_2) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (502) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал із

5 вказаної першої групи; і

виведення (350) сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання або передачі, при цьому метадані містять параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування.

28. Спосіб кодування звуку згідно з прикладом 27, в якому параметри мікшування задають відповідні внески сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу у вихідний сигнал, причому щонайменше деякі параметри мікшування визначають шляхом мінімізації внеску декорельованого сигналу серед таких параметрів мікшування, які приводять до того, що канали вихідного сигналу є апроксимаціями зі збереженням коваріації для вказаних лінійних комбінацій, відповідно, першої та другої груп каналів.

29. Спосіб кодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 27-28, в якому вказана перша група складається з N каналів, де $N \geq 3$, при цьому щонайменше деякі з параметрів підвищувального мікшування є придатними для параметричного відновлення вказаної першої групи із вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування та $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу, визначеного на основі вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування, при цьому визначення параметрів підвищувального мікшування

20 включає:

визначення набору коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування з метою визначення лінійного відображення вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування, який апроксимує вказану першу групу; і

25 визначення проміжної матриці на основі різниці між коваріацією вказаної прийнятої першої групи та коваріацією вказаної першої групи, апроксимованої шляхом лінійного відображення вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування, при цьому проміжна матриця при її множенні на попередньо визначену матрицю відповідає набору коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування, які визначають лінійне відображення вказаного декорельованого

30 сигналу як частини параметричного відновлення вказаної першої групи, при цьому набір коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування містить більше коефіцієнтів, ніж кількість елементів у проміжній матриці,

причому вказані параметри підвищувального мікшування містять параметри сухого підвищувального мікшування, з яких можна добути набір коефіцієнтів сухого підвищувального

35 мікшування, і параметри вологого підвищувального мікшування, які унікальним чином визначають проміжну матрицю за умови, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць, при цьому проміжна матриця містить більше елементів, ніж кількість вказаних параметрів вологого підвищувального мікшування.

30. Спосіб кодування звуку згідно з будь-яким із прикладів 27-29, який додатково включає:

40 вибір одного із щонайменше двох форматів (F_1, F_2, F_3) кодування, при цьому формати кодування відносяться до відповідних різних варіантів розбиття каналів M -канального звукового сигналу на відповідні першу та другу групи, пов'язані з каналами сигналу знижувального мікшування,

при цьому перший і другий канали сигналу знижувального мікшування формують як лінійні

45 комбінації, відповідно, першої та другої груп з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу згідно з вибраним форматом кодування, і при цьому параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування визначають на основі вибраного формату кодування,

при цьому спосіб додатково включає

50 надання сигнальної інформації, яка вказує вибраний формат кодування.

31. Система (200) кодування звуку, яка містить блок (100) кодування, виконаний з можливістю кодування M -канального звукового сигналу (L, LS, LB, TFL, TBL) як двоканального сигналу (L_1, L_2) знижувального мікшування і пов'язаних метаданих, де $M \geq 4$, і виведення сигналу знижувального мікшування та метаданих для спільного зберігання або передачі, при

55 цьому блок кодування містить:

блок (110) знижувального мікшування, виконаний з можливістю обчислення сигналу знижувального мікшування на основі M -канального звукового сигналу, при цьому перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і другий канал (L_2) сигналу

знижувального мікшування формують як лінійну комбінацію другої групи (402) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу; і

5 блок (120) аналізу, виконаний з можливістю визначення параметрів (α_{LV}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу із сигналу знижувального мікшування і

10 параметрів (α_{LM}) мікшування для отримання на основі сигналу знижувального мікшування двоканального вихідного сигналу (L_1, L_2), при цьому перший канал (L_1) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (501) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (L_2) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (502) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал із вказаної першої групи,

15 причому метадані містять параметри підвищувального мікшування та параметри мікшування.

32. Комп'ютерний програмний продукт, який містить машинопрочитуваний носій з командами для виконання способу згідно з будь-яким із прикладів 1-23 і 27-30.

33. Машинопрочитуваний носій (1100), який представляє:

20 двоканальний сигнал (L_1, L_2) знижувального мікшування;

25 параметри (α_{LV}) підвищувального мікшування, які надають можливість параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (L, LS, LB, TFL, TBL) на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$, при цьому перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (L_2) сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи (402) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому перша та друга групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу; і

30 параметри (α_{LM}) мікшування, які забезпечують можливість надання двоканального вихідного сигналу (L_1, L_2) на основі сигналу знижувального мікшування, при цьому перший канал (L_1) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію третьої групи (501) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому другий канал (L_2) вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію четвертої групи (502) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу, при цьому третя та четверта групи являють собою розбиття M каналів M -канального звукового сигналу, і при цьому як третя, так і четверта групи містять щонайменше один канал із вказаної першої групи.

34. Машинопрочитуваний носій згідно з прикладом 33, в якому дані, які представлені носієм даних, упорядковані в часових кадрах і розділені на рівні таким чином, що для даного часового кадру сигнал знижувального мікшування та пов'язані параметри мікшування для цього часового кадру можуть бути добуті незалежно від пов'язаних параметрів підвищувального мікшування.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб (1000) декодування звуку, який включає:

45 приймання (1010) двоканального сигналу (L_1, L_2) знижувального мікшування, який пов'язаний з метаданими, при цьому метадані містять параметри (α_{LV}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (L, LS, LB, TFL, TBL) на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$;

приймання (1020) щонайменше частини вказаних метаданих;

50 генерування (1040) декорельованого сигналу (D) на основі щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування;

визначення (1050) набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих; і

формування (1060) K -канального вихідного сигналу (L_1, \dots, L_K) як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування, де $2 \leq K \leq M$,

55 причому коефіцієнти мікшування визначають так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в канал вихідного сигналу, і

коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в інший канал вихідного сигналу, має значення 1, при цьому, якщо сигнал знижувального мікшування представляє М-канальний звуковий сигнал згідно з першим форматом (F_1) кодування, в якому:

5 перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування відповідає певній лінійній комбінації першої групи (401) з одного або більше каналів М-канального звукового сигналу; другий канал (L_2) сигналу знижувального мікшування відповідає певній лінійній комбінації другої групи (402) з одного або більше каналів М-канального звукового сигналу; та перша та друга групи являють собою певне розбиття М каналів М-канального звукового

10 сигналу; то К-канальний вихідний сигнал представляє М-канальний звуковий сигнал згідно з другим форматом (F_2, F_4) кодування, в якому:

кожний із К каналів вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів М-канального звукового сигналу;

15 групи, які відповідають відповідним каналам вихідного сигналу, являють собою розбиття М каналів М-канального звукового сигналу на К груп (501-502, 1301-1303) з одного або більше каналів; і

щонайменше дві з К груп містять щонайменше один канал із вказаної першої групи.

2. Спосіб декодування звуку за п. 1, який **відрізняється** тим, що $K=2$.

20 3. Спосіб декодування звуку за п. 1, який **відрізняється** тим, що $K=3$ або $K=4$.

4. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що прийняті метадані містять параметри підвищувального мікшування, і причому коефіцієнти мікшування визначають шляхом обробки параметрів підвищувального мікшування.

5. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що прийняті метадані містять параметри (α_{LM}) мікшування, які відрізняються від параметрів підвищувального мікшування.

6. Спосіб декодування звуку за п. 5, який **відрізняється** тим, що коефіцієнти мікшування визначають незалежно від будь-яких значень параметрів підвищувального мікшування.

7. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що $M=5$ або $M=6$.

8. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що: в першому форматі кодування кожний з каналів М-канального звукового сигналу пов'язаний з ненульовим коефіцієнтом підсилення, який задає внесок цього каналу в одну з лінійних комбінацій, яким відповідають канали сигналу знижувального мікшування;

35 в другому форматі кодування кожний з каналів М-канального звукового сигналу пов'язаний з ненульовим коефіцієнтом підсилення, який задає внесок цього каналу в одну з лінійних комбінацій, які апроксимовані каналами вихідного сигналу; та

для кожного з каналів М-канального звукового сигналу ненульовий коефіцієнт підсилення, пов'язаний з каналом в першому форматі кодування, збігається з ненульовим коефіцієнтом підсилення, пов'язаним з каналом в другому форматі кодування.

9. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково включає початковий етап приймання бітового потоку (В), який представляє сигнал знижувального мікшування та метадані, причому сигнал знижувального мікшування та вказані прийняті метадані добувають із бітового потоку.

45 10. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що декорельований сигнал являє собою одноканальний сигнал, при цьому вказаний вихідний сигнал формують шляхом включення в указану лінійну комбінацію сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу не більш ніж одного каналу декорельованого сигналу.

11. Спосіб декодування звуку за п. 10, який **відрізняється** тим, що $K=2$, і тому формування вихідного сигналу являє собою проєкцію з трьох каналів у два канали.

50 12. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що декорельований сигнал являє собою двоканальний сигнал, при цьому вказаний вихідний сигнал формують шляхом включення в указану лінійну комбінацію сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу не більш ніж двох каналів декорельованого сигналу.

55 13. Спосіб декодування звуку за п. 12, який **відрізняється** тим, що $K=3$, при цьому формування вихідного сигналу являє собою проєкцію з чотирьох каналів у три канали.

14. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що коефіцієнти мікшування визначають так, що пара каналів вихідного сигналу приймає від каналу декорельованого сигналу внески рівної величини, при цьому внески каналу декорельованого сигналу у відповідний канал пари мають протилежні знаки.

15. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що вказана перша група складається з двох або трьох каналів.
16. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що М-канальний звуковий сигнал містить три канали (L, LS, LB), які представляють різні горизонтальні напрямки у середовищі відтворення для М-канального звукового сигналу, і два канали (TFL, TBL), які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.
17. Спосіб декодування звуку за п. 16, який **відрізняється** тим, що вказана перша група складається з вказаних трьох каналів, при цьому вказана друга група складається з двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.
18. Спосіб декодування звуку за п. 17, який **відрізняється** тим, що $K=2$, при цьому одна з K груп містить обидва з двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.
19. Спосіб декодування звуку за п. 17, який **відрізняється** тим, що два канали, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення, містяться в різних групах з числа K груп.
20. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-16, який **відрізняється** тим, що М-канальний звуковий сигнал містить чотири канали (LSCRN, LW, LS, LB), які представляють різні горизонтальні напрямки у середовищі відтворення для М-канального звукового сигналу, і два канали (TFL, TBL), які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних чотирьох каналів у вказаному середовищі відтворення.
21. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 16-17 і 19-20, який **відрізняється** тим, що одна з K груп містить обидва з двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.
22. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що декорельований сигнал отримують шляхом обробки лінійної комбінації каналів сигналу знижувального мікшування.
23. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-21, який **відрізняється** тим, що декорельований сигнал отримують на основі не більш ніж одного каналу сигналу знижувального мікшування.
24. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-21, який **відрізняється** тим, що декорельований сигнал містить два канали, при цьому перший канал декорельованого сигналу отримують на основі першого каналу сигналу знижувального мікшування, а другий канал декорельованого сигналу отримують на основі другого каналу сигналу знижувального мікшування.
25. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 1-4 і 7-24, який **відрізняється** тим, що вказана перша група складається з N каналів, де $N \geq 3$, причому вказану першу групу можна відновити у вигляді лінійної комбінації вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування та $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу шляхом застосування коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування до вказаного першого каналу сигналу знижувального мікшування, та коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування до каналів $(N-1)$ -канального декорельованого сигналу, причому прийняті метадані містять параметри вологого підвищувального мікшування та параметри сухого підвищувального мікшування, при цьому визначення коефіцієнтів мікшування включає:
визначення на основі параметрів сухого підвищувального мікшування коефіцієнтів сухого підвищувального мікшування;
заповнення проміжної матриці, яка містить більше елементів, ніж кількість прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування, на основі прийнятих параметрів вологого підвищувального мікшування та знання про те, що проміжна матриця належить до попередньо визначеного класу матриць;
отримання коефіцієнтів вологого підвищувального мікшування шляхом множення проміжної матриці на попередньо визначену матрицю, при цьому коефіцієнти вологого підвищувального мікшування відповідають матриці, яка є результатом множення, та містять більше коефіцієнтів, ніж кількість елементів у проміжній матриці; і
обробку коефіцієнтів вологого та сухого підвищувального мікшування.
26. Спосіб декодування звуку за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково включає: приймання сигнальної інформації (1030), яка вказує один зі щонайменше двох форматів (F_1 , F_2 , F_3) кодування М-канального звукового сигналу, при цьому формати кодування відповідають відповідним різним варіантам розбиття каналів М-канального звукового

сигналу на відповідні першу та другу групи, пов'язані з каналами сигналу знижувального мікшування, при цьому K груп є попередньо визначеними, і при цьому коефіцієнти мікшування визначають так, що для вказаних щонайменше двох форматів кодування зберігається єдине розбиття M -канального звукового сигналу на K груп каналів, які апроксимовані каналами вихідного сигналу.

27. Спосіб декодування звуку за п. 26, який **відрізняється** тим, що $K=2$, при цьому спосіб декодування звуку додатково включає:

пропускання (1070) сигналу знижувального мікшування як вказаного вихідного сигналу у відповідь на вказування вказаною сигнальною інформацією конкретного формату (F_2) кодування, при цьому конкретний формат кодування відповідає розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним K групами.

28. Спосіб декодування звуку за п. 26, який **відрізняється** тим, що $K=2$, при цьому спосіб декодування звуку додатково включає:

заглушування внеску декорельованого сигналу в указаний вихідний сигнал у відповідь на вказування вказаною сигнальною інформацією конкретного формату кодування, при цьому конкретний формат кодування відповідає розбиттю каналів M -канального звукового сигналу, яке збігається з розбиттям, визначеним K групами.

29. Спосіб декодування звуку за будь-яким з пп. 26-28, який **відрізняється** тим, що:

в першому форматі (F_1) кодування із вказаних щонайменше двох форматів кодування вказана перша група складається з трьох каналів (L , LS , LB), які представляють різні горизонтальні напрямки в середовищі відтворення для M -канального звукового сигналу, і вказана друга група складається з двох каналів (TFL , TBL), які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення; і

у другому форматі (F_2) кодування із вказаних щонайменше двох форматів кодування, кожна із вказаних першої та другої груп містить один із вказаних двох каналів, які представляють напрямки, відділені за вертикаллю від напрямків вказаних трьох каналів у вказаному середовищі відтворення.

30. Система (800) декодування звуку, яка містить блок (700, 1200) декодування, виконаний з можливістю:

приймання двоканального сигналу (L_1 , L_2), знижувального мікшування, який пов'язаний з метаданими, при цьому метадані містять параметри (a_{LU}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення M -канального звукового сигналу (L , LS , LB , TFL , TBL) на основі сигналу знижувального мікшування, де $M \geq 4$;

приймання щонайменше частини вказаних метаданих;

надання K -канального вихідного сигналу (L_1, \dots, L_K) на основі сигналу знижувального мікшування та прийнятих метаданих, де $2 \leq K \leq M$, при цьому блок декодування містить:

блок (710, 1210) декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі декорельованого сигналу (D);

і блок (720, 1220) мікшування, виконаний з можливістю визначення набору коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих метаданих і формування вихідного сигналу як лінійної комбінації сигналу знижувального мікшування та декорельованого сигналу згідно з коефіцієнтами мікшування,

при цьому блок мікшування виконаний з можливістю визначення коефіцієнтів мікшування так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в канал вихідного сигналу, і коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу сигналу знижувального мікшування в інший канал вихідного сигналу, має значення 1, при цьому, якщо сигнал знижувального мікшування представляє M -канальний звуковий сигнал, згідно з першим форматом (F_1) кодування, в якому:

перший канал (L_1) сигналу знижувального мікшування відповідає певній лінійній комбінації першої групи (401) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

другий канал (L_2) сигналу знижувального мікшування відповідає певній лінійній комбінації другої групи (402) з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу; і

перша та друга групи являють собою певне розбиття M каналів M -канального звукового сигналу;

то K -канальний вихідний сигнал представляє M -канальний звуковий сигнал, згідно з другим форматом (F_2 , F_4) кодування, в якому:

кожний із K каналів вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів M -канального звукового сигналу;

групи, які відповідають відповідним каналам вихідного сигналу, являють собою розбиття М каналів М-канального звукового сигналу на К груп (501-502, 1301-1303) з одного або більше каналів; і

щонайменше дві з К груп містять щонайменше один канал із вказаної першої групи.

5 31. Система декодування звуку за п. 30, яка **відрізняється** тим, що також містить додатковий блок (805) декодування, виконаний з можливістю приймання додаткового двоканального сигналу (R_1 , R_2), знижувального мікшування, який пов'язаний з додатковими метаданими, при цьому додаткові метадані містять додаткові параметри (α_{RU}) підвищувального мікшування для параметричного відновлення додаткового М-канального звукового сигналу (R , RS , RB , TFR , TBR) на основі додаткового сигналу знижувального мікшування, приймання щонайменше частини додаткових метаданих; і

10 надання додаткового К-канального вихідного сигналу ($\tilde{R}_1, \dots, \tilde{R}_K$) на основі додаткового сигналу знижувального мікшування та додаткових прийнятих метаданих, причому додатковий блок декодування містить:

15 додатковий блок декореляції, виконаний з можливістю приймання щонайменше одного каналу додаткового сигналу знижувального мікшування та виведення на його основі додаткового декорельованого сигналу; і

додатковий блок мікшування, виконаний з можливістю:

20 визначення набору додаткових коефіцієнтів мікшування на основі прийнятих додаткових метаданих; і

формування додаткового вихідного сигналу як лінійної комбінації додаткового сигналу знижувального мікшування та додаткового декорельованого сигналу згідно з додатковими коефіцієнтами мікшування,

25 при цьому додатковий блок мікшування виконаний з можливістю визначення додаткових коефіцієнтів мікшування так, що сума коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу додаткового сигналу знижувального мікшування в канал додаткового вихідного сигналу, і коефіцієнта мікшування, який задає внесок першого каналу додаткового сигналу знижувального мікшування в інший канал додаткового вихідного сигналу, має значення 1,

30 при цьому, якщо додатковий сигнал знижувального мікшування представляє додатковий М-канальний звуковий сигнал згідно з третім форматом кодування, в якому:

перший канал (R_1) додаткового сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації першої групи (403) з одного або більше каналів додаткового М-канального звукового сигналу;

35 другий канал (R_2) додаткового сигналу знижувального мікшування відповідає лінійній комбінації другої групи (404) з одного або більше каналів додаткового М-канального звукового сигналу; і

перша і друга групи каналів додаткового М-канального звукового сигналу являють собою розбиття М каналів додаткового М-канального звукового сигналу, то додатковий К-канальний вихідний сигнал представляє додатковий М-канальний звуковий сигнал згідно з четвертим форматом кодування, в якому:

40 кожний з К каналів додаткового вихідного сигналу апроксимує лінійну комбінацію групи з одного або більше каналів М-канального звукового сигналу;

групи, які відповідають відповідним каналам додаткового вихідного сигналу, являють собою розбиття М каналів додаткового М-канального звукового сигналу на К груп (503-504, 1304-1306) з одного або більше каналів; і

45 щонайменше дві з К груп з одного або більше каналів додаткового М-канального звукового сигналу містять щонайменше один канал із вказаної першої групи каналів додаткового М-канального звукового сигналу.

32. Система декодування за будь-яким з пп. 30-31, яка **відрізняється** тим, що додатково містить:

50 демультимплексор (801), виконаний з можливістю добування із бітового потоку (В) сигналу знижувального мікшування, вказаних прийнятих метаданих і дискретно кодованого звукового каналу (С); і

блок одноканального декодування, застосовуваний для декодування вказаного дискретно кодованого звукового каналу.

55 33. Машинозчитуваний носій, який містить комп'ютерний програмний продукт з командами для виконання способу за будь-яким з пп. 1-29.

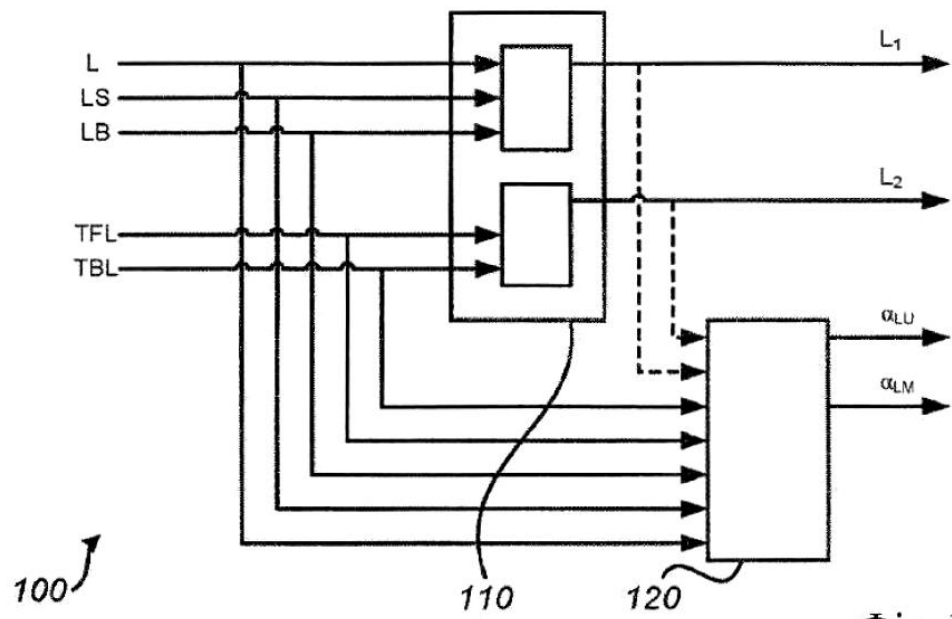


Fig. 1

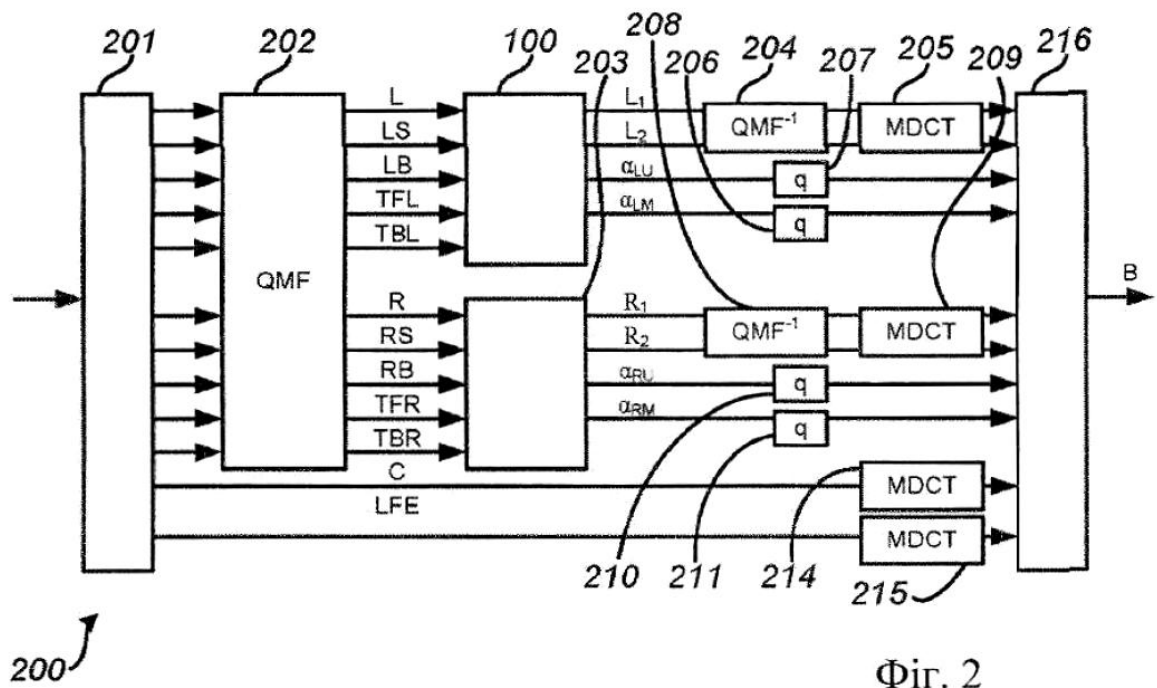


Fig. 2

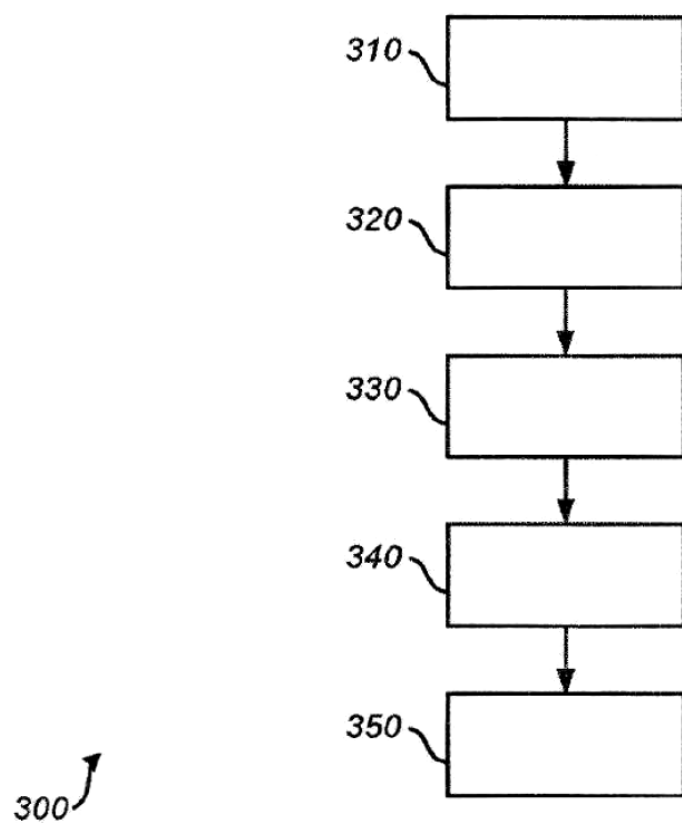


Fig. 3

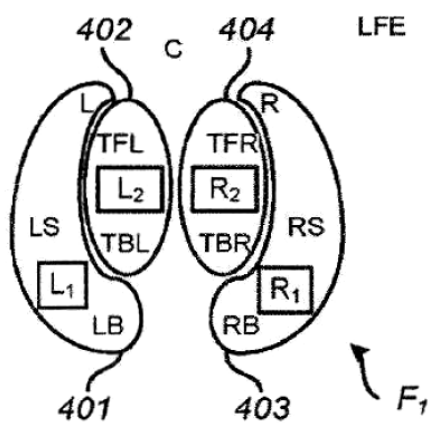


Fig. 4

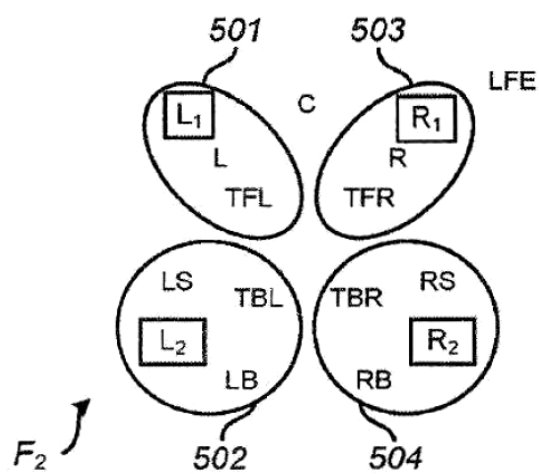


Fig. 5

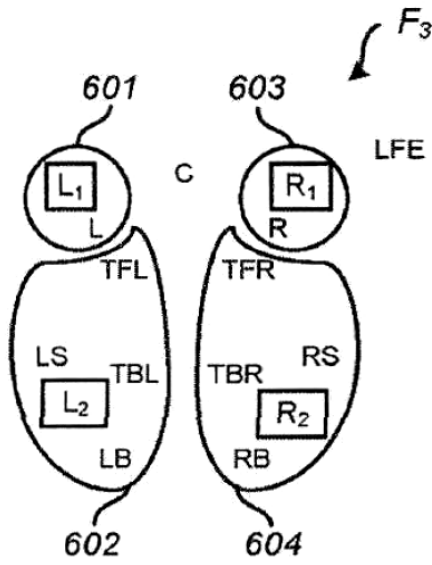


Fig. 6

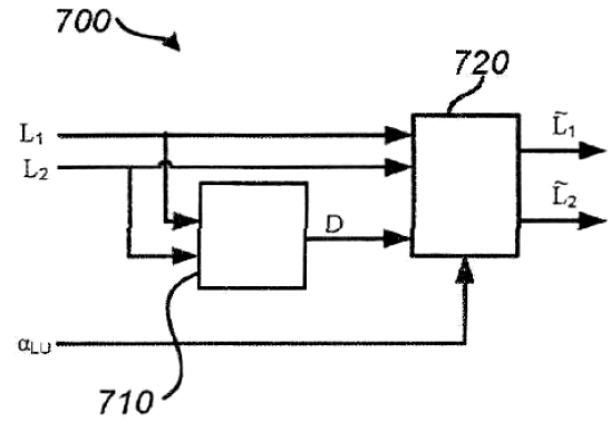


Fig. 7

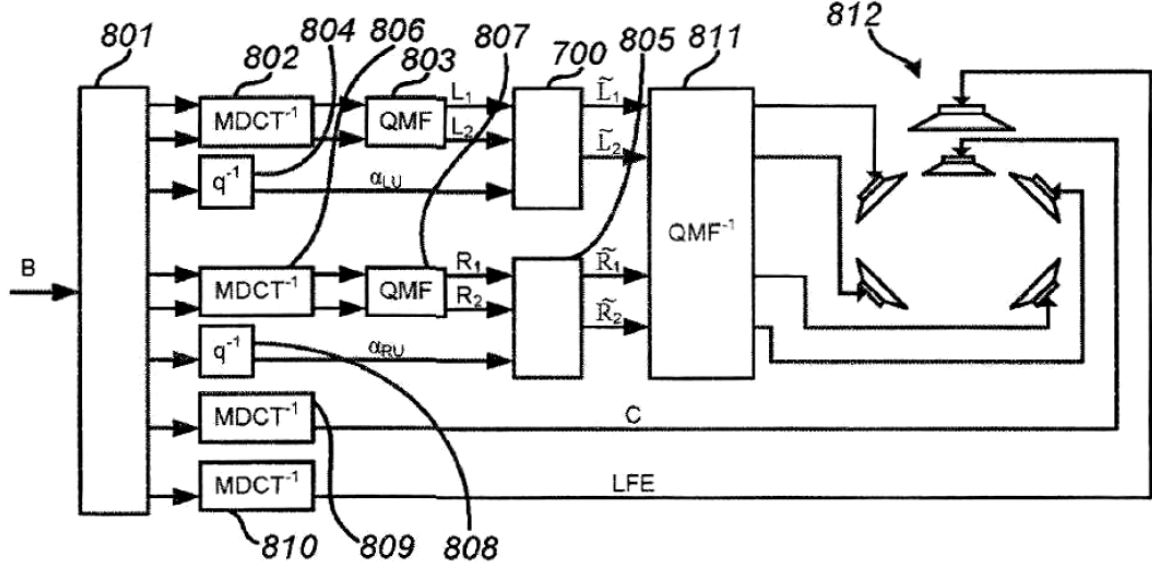


Fig. 8

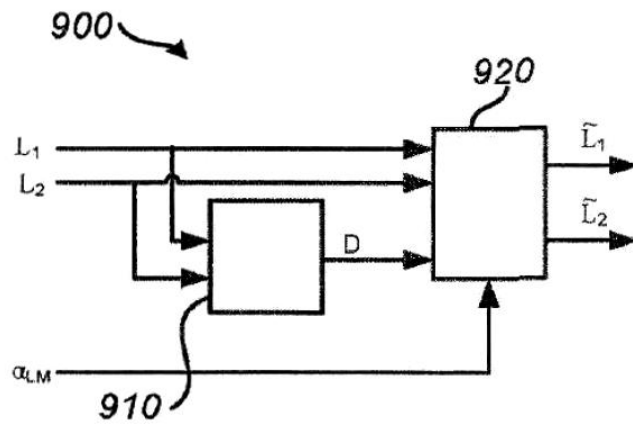


Fig. 9

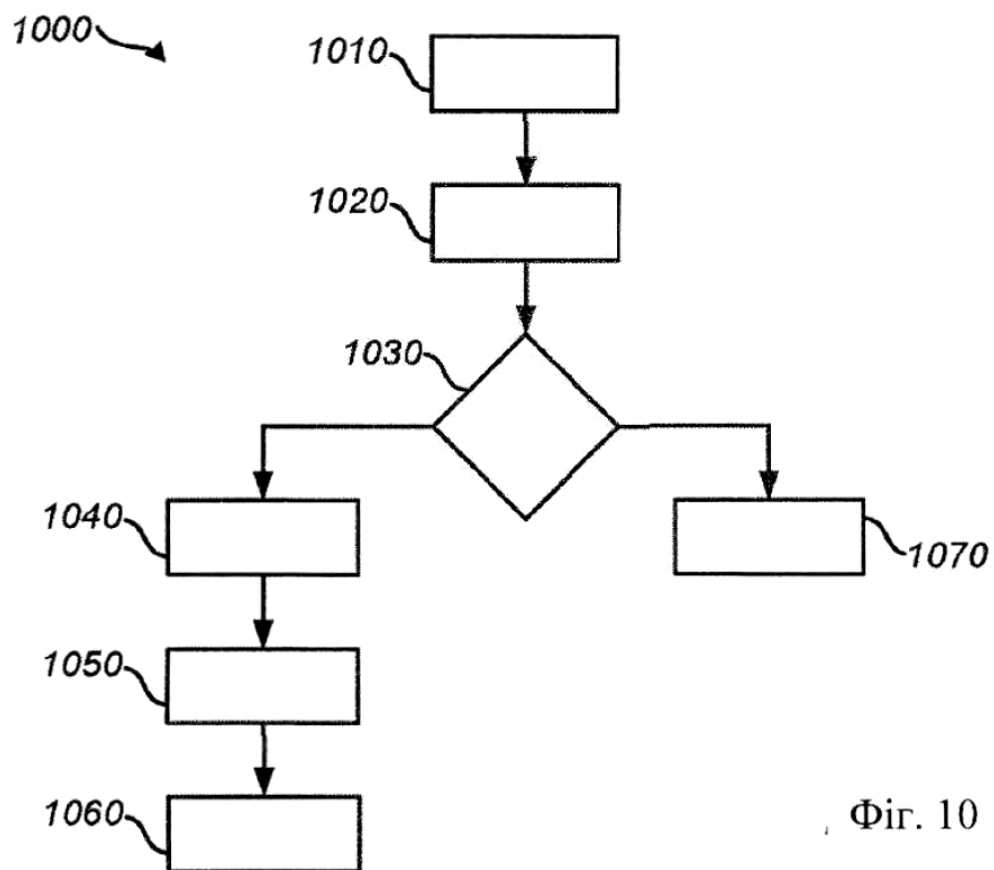
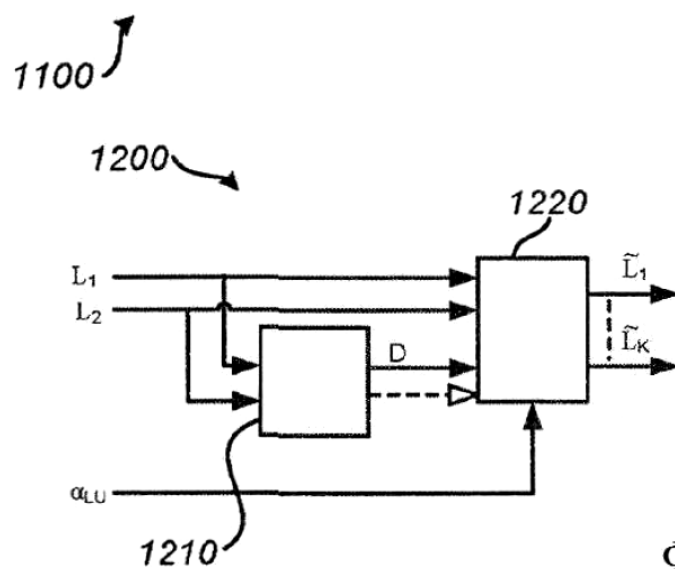


Fig. 11



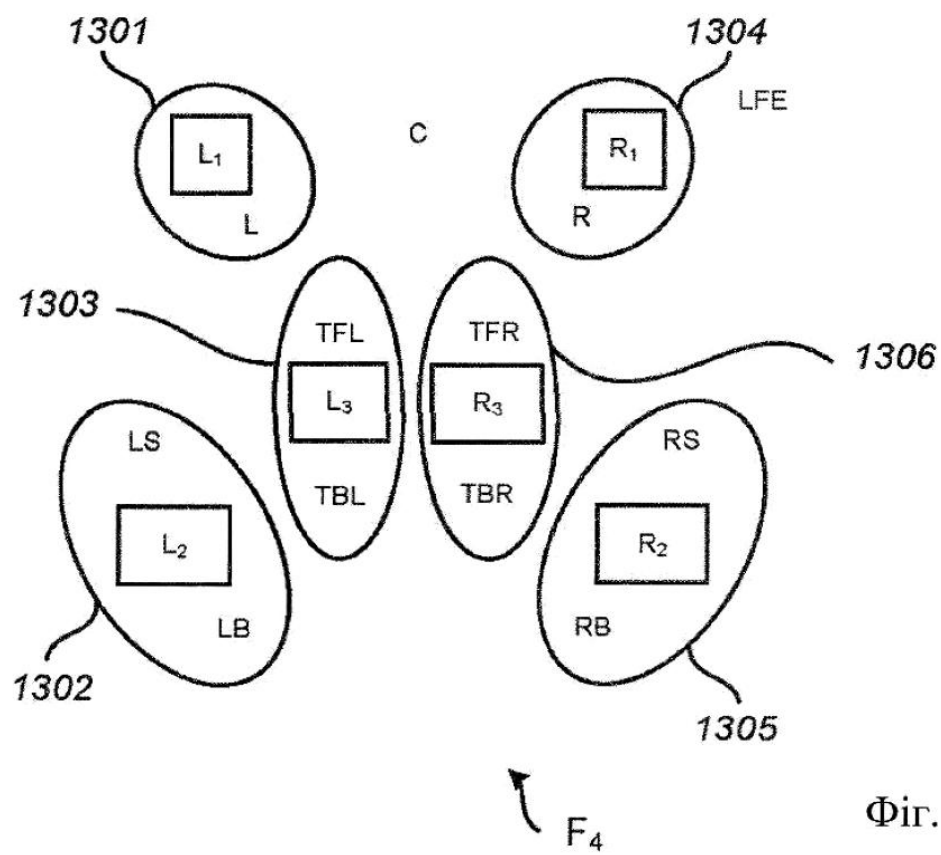


Fig. 13

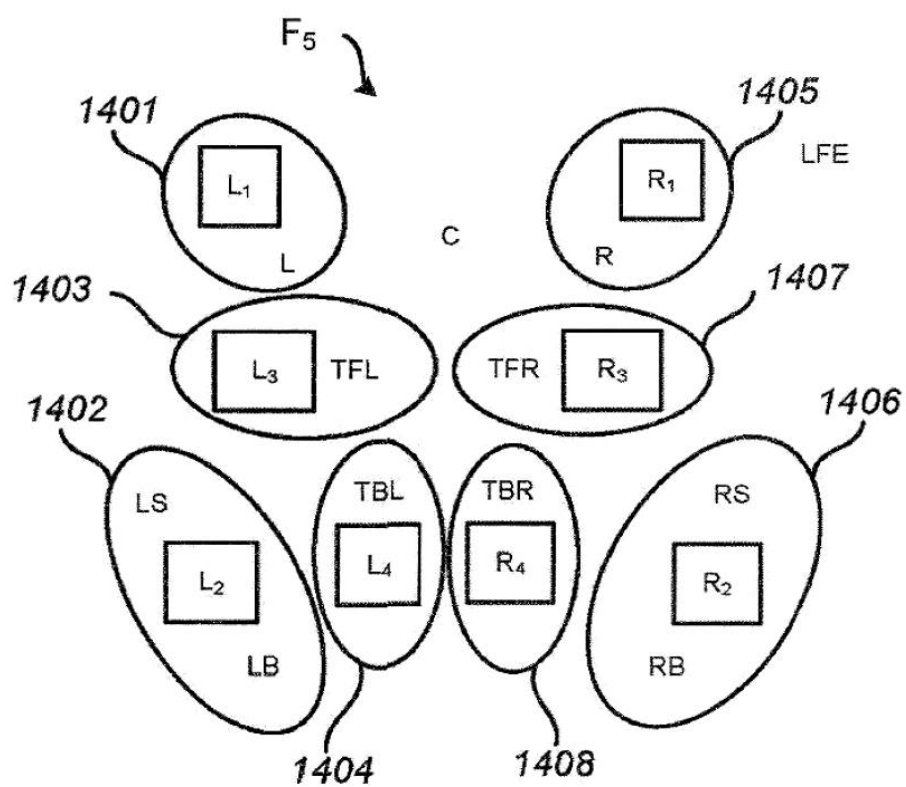
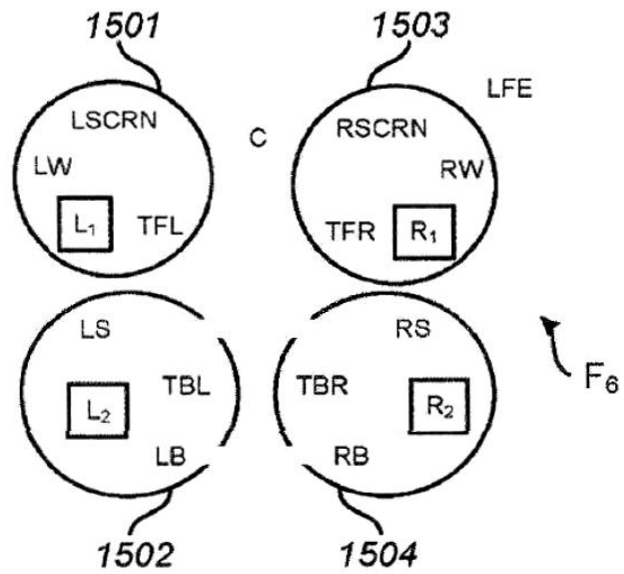
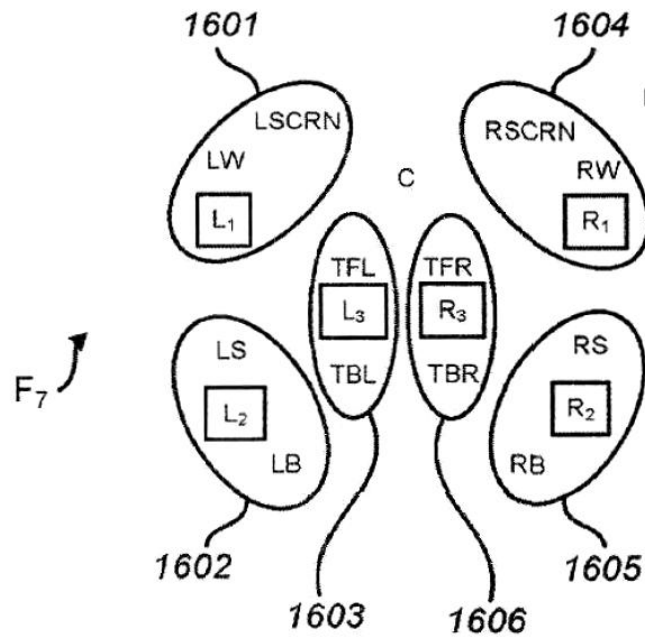


Fig. 14



Фиг. 15



Фиг. 16