

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21)

202390462

(13)

A1

(12)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43)

Дата публикации заявки
2023.04.03

(51)

Int. Cl. *G10L 25/45* (2013.01)
G10L 25/51 (2013.01)
G10L 25/66 (2013.01)
A61B 5/024 (2006.01)

(22)

Дата подачи заявки
2021.07.28

(54)

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

(31)

20188977.1

(32)

2020.07.31

(33)

EP

(86)

PCT/EP2021/071159

(87)

WO 2022/023420 2022.02.03

(71)

Заявитель:
ФРАУНХОФЕР-ГЕЗЕЛЛЬШАФТ
ЦУР ФЕРДЕРУНГ ДЕР
АНГЕВАНДТЕН ФОРШУНГ
Е.Ф.; БЕРИНГЕР ИНГЕЛЬХАЙМ
ВЕТМЕДИКА ГМБХ (DE)

(72)

Изобретатель:
Пантфёрлер Михаэль, Бисгин Пинар,
Шуммер Кристоф Маттиас (DE),
Бирдоу Эндрю (US)

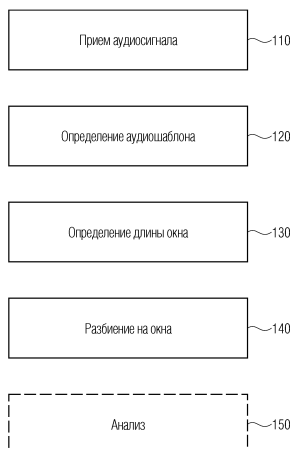
(74)

Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57)

Способ для анализа акустического сигнала, имеющего период времени и содержащего множество повторяющихся аудишаблонов, содержащий следующие этапы: прием аудиосигнала, содержащего акустический сигнал; определение аудишаблонов, повторяющихся в акустическом сигнале; определение длины окна для множества окон, при этом длина окна разделяет период времени акустического сигнала на множество окон; и разбиение на окна акустического сигнала, чтобы получать множество окон.

100



A1

202390462

202390462

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577216EA/022

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Варианты осуществления настоящего изобретения относятся к способу для анализа акустического сигнала и к соответствующему оборудованию. Дополнительные варианты осуществления относятся к системе для выполнения анализа, содержащей соответствующее оборудование. Дополнительные варианты осуществления относятся к компьютерной программе.

Акустический сигнал обеспечивает определение нежелательных эффектов, таких как повреждение машинного оборудования или заболевание животного, такого как отличающееся от человека млекопитающее, в частности, собака.

Следующие публикации формируют предшествующий уровень техники: работа авторов Hebden JH et al. "Identification of aortic stenosis and mitral regurgitation of heart sound analysis", Computers in Cardiology 1997 год, 24: 109-112; работа авторов Zhang W et al. "Heart sound classification based on scaled spectrogram and partial least squares regression", Biomedical Signal Processing and Control, 2017 год, 32:20-28; работа авторов Ari S et al. "Detection of cardiac abnormality from PCG signal using LMS based least square SVM classifier", Expert Systems with Applications, 2010 год, 37: 8019-8026; работа авторов Jamous G et al. "Optimal time-window duration for computing time/frequency representations of normal phonocardiograms in dogs", Med. and Biol. Eng. and Comput., 1992 год, 30: 503-508; и работа авторов Ismail S et al. "Localization and classification of heart beats in phonocardiography signals - the comprehensive review", EURASIP Journal of Advances in Signal, 2018 (1): 26.

Здесь, обнаружено, что улучшения для анализа акустического сигнала могут приводить к значительным улучшениям для определения повреждения или заболевания, например, относительно точности и надежности. Следовательно, цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы улучшать акустический анализ.

Эта цель разрешается посредством сущности независимых пунктов формулы изобретения.

Варианты осуществления настоящего изобретения предоставляют способ для анализа акустического сигнала, имеющего период времени и содержащего множество повторяющихся аудишаблонов, например, периодический звук поезда, проезжающего по железнодорожным шпалам, или сердцебиения животного, такого как отличающееся от человека млекопитающее, в частности, собака. Способ содержит следующие этапы:

- прием аудиосигнала, такого как аудиозапись, содержащего акустический сигнал;
- определение аудишаблонов, повторяющихся в акустическом сигнале;
- определение длины окна для множества окон, при этом длины окна разделяют период времени акустического сигнала на множество окон; и
- разбиение на окна акустического сигнала, чтобы получать множество окон

Согласно варианту осуществления, способ дополнительно содержит этап анализа соответствующих (разделенных) окон из упомянутого множества окон.

Варианты осуществления настоящей заявки основаны на таких выявленных сведениях, что акустический сигнал, такой как последовательность сердцебиений или последовательность побочных звуков, возникающих в результате действия вращающейся машины, имеет периодичность. В силу знания/определения этой периодичности, акустический сигнал может подразделяться на множество окон таким образом, что каждое окно содержит по меньшей мере один из повторяющихся аудиошаблонов. Это позволяет анализировать каждый из повторяющихся аудиошаблонов независимо от другого, например, посредством сравнения этого аудиошаблона с некоторым известным аудиошаблоном. Альтернативно, повторяющийся аудиошаблон может анализироваться относительно другого аудиошаблона после соответствующего аудиошаблона.

Следует отметить, что повторяющиеся аудиошаблоны могут быть равными друг другу, по существу равными друг другу, аналогичными друг другу, содержать один или более пиков сравнимой формы (формы соответствующей амплитуды, проиллюстрированной во времени) и/или содержать один или более пиков сравнимой формы (формы высоты, проиллюстрированной во времени) и сравнимые значения амплитуды в соответствующие моменты времени в течение длины окна и т.д. Согласно вариантам осуществления, длина окна является одинаковой. Например, длины окна могут определяться на основе частоты повторения повторяющегося шаблона. Согласно другому варианту, граничная линия между двумя шаблонами определяется, чтобы определять длину окна для соответствующего окна. Это означает, что каждая длина окна для каждого окна определяется отдельно.

Согласно дополнительным вариантам осуществления, этап анализа соответствующих окон содержит этап выполнения извлечения признаков, чтобы получать один или более извлеченных признаков, описывающих соответствующий шаблон (упомянутого окна). Согласно вариантам осуществления, признаки, которые должны извлекаться, находятся вне группы, содержащей именованный признак, признак временной области и/или признак частотной области. Примеры представляют собой следующее:

- максимум, среднее, медиана, среднееквадратическое отклонение, статистическая дисперсия, скошенность, эксцесс, среднее абсолютное отклонение, 25-ый квантиль, 75-ый квантиль, энтропия, частота переходов через ноль, коэффициент амплитуды, длительность первого пика и/или второго пика в шаблоне, длительность между первым пиком и вторым пиком в шаблоне, длительность между вторым пиком первого шаблона и первым пиком последующего шаблона, мел-частотные кепстральные коэффициенты, сигнал цветности основного тона, спектральная сглаженность, спектральный эксцесс, спектральная скошенность, спектральный наклон, спектральная энтропия, доминирующая частота, полоса пропускания, спектральный центроид, спектральный поток, спектральный спад, информация класса, информация тяжести, информация позиции, информация темпа бега, информация веса, дополнительная информация и/или другие параметры либо комбинация вышеозначенного.

Дополнительно и/или альтернативно, извлечение признаков может содержать этап уменьшения диапазона значений для одного или более извлеченных признаков таким образом, что диапазон значений для одного или более извлеченных признаков задается между минимальным значением (например, 0) и максимальным значением (например, 1).

Следует отметить, что, согласно вариантам осуществления, аудишаблон задается посредством одного или более пиков. Каждый повторяющийся аудишаблон альтернативно или дополнительно может задаваться посредством одного или более пиков в комбинации с базисом, при этом один или более пиков имеют значение амплитуды, которое, по меньшей мере, в пять раз больше базисного уровня. Дополнительно/альтернативно, каждый повторяющийся аудишаблон может задаваться посредством систолы и/или диастолы, например, когда акустический сигнал представляет собой последовательность сердцебиений животного, такого как отличающееся от человека млекопитающее, в частности, собака.

Согласно вариантам осуществления, способ содержит этап нормализации аудиосигнала.

Согласно вариантам осуществления, этапы определения аудишаблонов, определения длины окна и разбиения на окна выполняются автоматически или выполняются посредством использования искусственного интеллекта. Этапы, например, могут выполняться посредством использования алгоритма на основе дерева решений, алгоритма на основе случайного леса, наивного байесовского алгоритма, алгоритма на основе принципа адаптивного улучшения и/или алгоритма на основе машины опорных векторов.

Как указано выше, возможное применение представляет собой диагностику заболевания для животного, такого как отличающееся от человека млекопитающее, в частности, собака. Поэтому, согласно вариантам осуществления, акустический сигнал/аудиосигнал представляет собой запись последовательности сердцебиений собаки или другого животного, или другого отличающегося от человека млекопитающего и/или запись последовательности шумов в сердце собаки или другого животного, или другого отличающегося от человека млекопитающего.

Другой вариант осуществления предоставляет оборудование для анализа акустического сигнала, имеющего период времени и содержащего множество повторяющихся аудишаблонов. Оборудование содержит интерфейс для приема аудиосигнала, содержащего акустический сигнал, и процессор. Процессор выполнен с возможностью определять аудишаблон, повторяющийся в акустическом сигнале, и определять длину окна для множества окон, при этом длины окна разделяют период времени акустического сигнала на множество окон. Кроме того, процессор выполнен с возможностью разбивать на окна акустический сигнал, чтобы получать множество окон. Другой вариант осуществления предоставляет систему для выполнения анализа, содержащую оборудование и микрофон. Согласно предпочтительному варианту осуществления, система содержит оборудование и стетоскоп, содержащий микрофон.

Согласно другому более предпочтительному варианту, система содержит оборудование и цифровой стетоскоп, содержащий микрофон.

Согласно дополнительным вариантам осуществления, вышеописанный способ может быть машинореализованным, поэтому некоторый вариант осуществления относится к компьютерной программе.

Все варианты осуществления могут использоваться, чтобы обследовать с медицинской точки зрения животное, в частности, отличающееся от человека млекопитающее, такое как собака или кошка, в частности, собака.

Ниже поясняются варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг. 1a показывает блок-схему последовательности операций, иллюстрирующую способ для анализа акустического сигнала согласно основному варианту осуществления;

Фиг. 1b схематично показывает входной и выходной сигнал этапов, поясненных в контексте по фиг. 1a, согласно дополнительным вариантам осуществления;

Фиг. 2a и 2b показывают пример акустического сигнала, который должен обрабатываться, согласно варианту осуществления;

Фиг. 3 схематично иллюстрирует некоторый этап обработки акустического сигнала, чтобы иллюстрировать варианты осуществления;

Фиг. 4a и 4b схематично иллюстрируют проблемы, возникающие во время обработки акустического сигнала, чтобы пояснить варианты осуществления;

Фиг. 5 показывает принципиальную блок-схему оборудования для анализа акустического сигнала; и

Фиг. 6a-c показывают схематические шаблоны, указывающие различные заболевания.

Ниже поясняются варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых идентичные ссылки с номерами предоставляются для объектов, имеющих идентичные или аналогичные функции, так что их описание является взаимозаменяемым и взаимно применимым.

Фиг. 1 показывает способ 100. Способ 100 содержит четыре основных этапа и необязательный этап после четырех основных этапов.

Четыре основных этапа помечаются посредством ссылок с номерами 110, 120, 130, 140, при этом необязательный этап помечается посредством ссылки с номером 150. Показанный порядок представляет собой предпочтительный порядок, но не требуемый.

На первом этапе 110, аудиосигнал 10 (см. фиг. 1b) принимается. Аудиосигнал 10 содержит акустический сигнал 12, имеющий период T0-T6 времени. Акустический сигнал 12 содержит множество повторяющихся аудиошаблонов, которые помечаются посредством 12a, 12b и 12c в моменты T1, T3 и T5 времени.

На следующем этапе 120, аудиошаблоны 12a, 12b и 12c идентифицируются/определяются. Например, определение может быть основано на алгоритме, находящем повторения внутри (аудио)сигнала. Этот алгоритм может быть

основан на алгоритмах искусственного интеллекта/самообучающихся алгоритмах.

На следующем этапе 130, длина окна определяется. Длины окна определяются таким образом, что оно является таким же длительным, что и один шаблон 12a/12b/12c. Например, весь период T0-T6 времени может разделяться на число определенных шаблонов 12a, 12b и 12c. За счет этого, определяются длины окна с одинаковыми (равными) длинами окна для каждого шаблона. Например, определяются длины T0-T2, T2-T4 и T4-T6 окна. На основе этой длины окна, период T0-T6 времени подразделяется (см. этап 140). Результат этого этапа 140 разбиения на окна заключается во множестве окон, помеченных посредством ссылок с номерами 14a, 14b и 14c. Здесь, окно 14a содержит шаблон 12a, окно 14b, шаблон 12b, окно 14c и шаблон 12c.

После этого, может следовать необязательный этап анализа 150. Здесь, окна 14a, 14b и 14c анализируются. Например, окно 14b извлекается и анализируется независимо от других окон, например, посредством выполнения извлечения признаков. Кроме того, это извлечение признаков также может выполняться для окон 14a и 14c. Дополнительно или альтернативно, окно 14b может сравниваться с другими окнами, например, с окном 14a и 14b, чтобы определять регулярность шаблонов.

Относительно фиг. 2a, в дальнейшем примерно поясняется анализ для последовательности сердцебиений. Фиг. 2a показывает аудиосигнал 10', содержащий акустический сигнал 12'. Этот акустический сигнал представляет, например, последовательность сердцебиений, например, собаки. Длительность записи 10' может составлять приблизительно 10 секунд, причем эти 10 секунд могут содержать 11 шаблонов сердцебиений, помеченных с помощью ссылки с номером 12a', 12b' и т.д., вплоть до 12k'. Альтернативно, длительность может составлять по меньшей мере 3 секунды, по меньшей мере 5 секунд, по меньшей мере 15 секунд, по меньшей мере 30 секунд или по меньшей мере 1 минуту, в общем, 5-180 секунд или 1-300 секунд, или по меньшей мере 1 или по меньшей мере 10 секунд. Каждый шаблон 12a', 12b' может содержать два сигнала S1 и S2, как проиллюстрировано посредством фиг. 2b.

Фиг. 2b показывает укрупненный вид, например, двух шаблонов (паттернов) 12a' и 12b'. Сигнал S1 может представлять собой пик, указывающий начало систолы, тогда как S2 представляет собой пик, указывающий начало диастолы. Каждый пик S1 и S2 формируется посредством амплитуды, сравнительно высокой по сравнению с базисным сигналом. Как можно видеть, фундаментальная структура шаблона 12a' является сравнимой со структурой шаблона 12b'. Это означает то, что амплитуда пика S1 имеет приблизительно такую же высоту, когда временной интервал между S1 и S2 также является сравнимым для двух шаблонов 12a' и 12b'. Как можно видеть относительно фиг. 2b, каждый шаблон 12a' и 12b' может иметь два или более пиков S1 и S2. Дополнительно, шаблон может иметь базисный сигнал/нулевой сигнал между двумя пиками S1 и S2. Комбинация двух пиков S1 и S2 и базисного сигнала между двумя пиками и/или базисного сигнала после последнего пика S2 может задавать шаблон. На этом этапе, следует отметить, что шаблон 12a', 12b' и т.д. также может задаваться посредством только

одного пика и одного базисного сигнала либо только двух пиков без базисного сигнала между ними, либо посредством другой комбинации.

Чтобы отделять шаблоны 12a', 12b' и т.д., выполняется разбиение на окна. Из этого, определяются длины окна. Длины окна могут определяться на основе длительности акустического сигнала 12', здесь 10 секунд и числа шаблонов 12a' и т.д., здесь 11 шаблонов. Вычисление может выполняться посредством простого деления. В этом примере, результат должен заключаться в том, что длины окна для каждого окна составляют приблизительно 0,9 секунды. Конечно, длины окна, согласно дополнительным вариантам осуществления, могут определяться по-другому, например, посредством определения длительности каждого шаблона, т.е. интервала между S1 и последующим S1, и усреднения этих длительностей. Согласно дополнительным вариантам осуществления, длины окна могут варьироваться во времени, например, когда периодичность шаблона варьируется. Это может происходить, например, когда частота сердцебиений снижается в текущей ситуации. В этом примере, длины WL окна для всех шаблонов 12a'-12k' являются равными. Следовательно, 11 окон 14a'-14k' используются для того, чтобы подразделять аудиосигнал 12'. Следовательно, каждое окно 14a'-14k' содержит соответствующий шаблон 12a'-12k'. Это обеспечивает возможность того, что в течение каждого окна 14a'-14k' извлечение признаков может выполняться, т.е. не для всей записи 10' акустического сигнала 12', а для каждого шаблона 12a'-12k' или каждого сердцебиения, соответственно.

Согласно вариантам осуществления, длина окна может адаптироваться, например, от первого окна до второго окна (последующего окна из множества окон). Следует четко понимать, что каждая длина окна или длина окна, по меньшей мере, двух окон отличается/варьируется. Согласно вариантам осуществления, адаптация может выполняться на основе определения звука сердцебиения, такого как систола (S1), либо другого характерного признака в шаблоне, либо текущей частоты сердцебиений животного или отличающегося от человека млекопитающего, такого как собака или кошка. Поэтому, способ необязательно может содержать этап определения характерного признака шаблона (сердцебиений) или частоты сердцебиений, чтобы адаптировать длину окна. Как следствие, длина окна зависит от частоты сердцебиений. Результат может заключаться в том, что длины фазы/шаблона сердцебиений могут определяться.

Согласно вариантам осуществления, это может иметь такую цель, что получаются сравнимые окна, в которых может выполняться анализ, так что соответствующая позиция систолы (S1, S2) или диастолы в соответствующем окне достигается таким образом, что анализ может улучшаться. Позиция шума в окне/шаблоне/фазе сердцебиений представляет собой релевантный фактор.

Согласно вариантам осуществления, динамическое разбиение на окна может выполняться с использованием вейвлет-преобразования. Например, пики S1 и S2 в аудиосигнале определяются точно таким образом, что каждое окно может задаваться в некоторой позиции относительно такого пика S1 или S2, например, в начале каждого пика (увеличивающегося наклона). Таким образом, согласно вариантам осуществления, начало

каждого окна определяется на основе такого пика или характерного элемента шаблона. Согласно дополнительным вариантам осуществления, соответствующий конец каждого окна определяется аналогично, например, в начале следующей сравнимой характеристики, например, следующей сравнимой характеристики, например, системы S1. Это означает, что, согласно вариантам осуществления, разбиение на окна выполняется посредством определения соответствующей характеристики в каждом шаблоне, при этом характеристика первого шаблона используется в качестве начала соответствующего окна, тогда как конец упомянутого окна определяется на основе соответствующей характеристики последующего окна.

Согласно вариантам осуществления, позиция шума в окне позволяет получать дополнительную информацию относительно заболевания. Следовательно, способ дополнительно содержит этап определения позиции (временной позиции) в соответствующем окне упомянутого шума. Например, может выполняться дифференцирование в отношении того, определяется ли шум между первой систолой S1 и второй систолой S2, ближе к первой систоле S1, затем ко второй систоле S2, ближе ко второй систоле S2, затем к первой систоле S1, либо позади второй систолы S2. Примеры для таких диагнозов являются следующими: систолический шум, происходящий из митрального клапана левой камеры сердца (регургитация/протечка митрального клапана), либо систолический шум, происходящий из протекающего трикуспидального клапана (правой камеры сердца), либо систолический шум, возникающий в результате аортального или легочного артериального стеноза, либо постоянный (систолический и диастолический) шум, происходящий из врожденных заболеваний, таких как открытый артериальный проток, дефекты стенки камеры или предсердия. Также в диастоле, могут аускультроваться шумы, такие как дефекты, возникающие в результате клапанного стеноза и/или клапанных недостаточностей. Эти различные диагнозы могут дифференцироваться автоматически вследствие своего характерного звукового шаблона.

Примеры шаблонов, указывающих различные заболевания, показаны посредством фиг. 6а-6с. Фиг. 6а показывает типичный шаблон для митральной регургитации (ME). Здесь, шум находится между S1 и S2.

Фиг. 6b показывает шум от стеноза клапана легочной артерии (PS). В этом случае, шум имеет характер "крещендо-декрещендо" и охватывает 50-85% систолы.

Фиг. 6с показывает открытый артериальный проток с шунтированием крови слева направо (PDA): во время систолы может возникать уменьшенное, сниженное или обратное шунтирование.

Другой шум представляет собой так называемую дилатационную кардиомиопатию (DCM): некоторые собаки, имеющие DCM, не производят шум, но протягивание кольца клапана предсердия может вызывать митральную и трикуспидальную регургитацию, имеющую систолический шум (с максимальной интенсивностью поверх верхушки сердца).

Они представляют собой типичные шумы, которые могут определяться с

использованием упомянутого алгоритма.

Согласно дополнительным вариантам осуществления, различные подходы на основе машинного обучения могут использоваться, чтобы классифицировать шаблоны. Примеры представляют собой случайный лес, машина опорных векторов, нейронные сети, деревья решений, случайный лес или принцип адаптивного улучшения. Например, обнаружение заболевания митрального клапана предпочтительно выполняется посредством использования алгоритма на основе случайного леса или на основе принципа адаптивного улучшения, тогда как, для других заболеваний, используемый алгоритм может варьироваться.

Согласно вариантам осуществления, эта дополнительная информация определяется автоматически. Поэтому, способ содержит этап определения диагноза для соответствующего шума/соответствующего заболевания на основе позиции шума в окне или, в общем, на основе структуры акустического шаблона. Согласно вариантам осуществления, шаблон определяется в последовательности повторяющихся шаблонов или извлекается/отделяется из последовательности, при этом последовательность содержит множество шаблонов, которые являются одинаковыми (равными) или сравнимыми друг с другом.

Согласно дополнительным вариантам осуществления, извлечение признаков может выполняться для каждого окна 14a'-14k' как поясняется ниже. Например, значение амплитуды может извлекаться в качестве некоторого признака. После этого, признак может обрабатываться, например, посредством вычисления среднего значения/медианного значения.

Вкратце:

- определение граничных линий окна для соответствующей записи,
- определение одного или более признаков в расчете на окно,
- обработка одного или более признаков, например, определение среднего, определение медианы,
- продолжение со следующей записью.

Ниже, относительно фиг. 3, поясняется извлечение признаков для максимума признаков.

Фиг. 3 показывает аудиозапись 10", содержащую акустический сигнал 12", который подразделяется на множество окон 14a"-14o"; по причинам упрощения учитываются только окна 14h", 14m", помеченные посредством рамки 14x". Здесь определяются максимальные амплитуды пиков. Эти максимальные амплитуды помечаются посредством ссылок с номерами 16m1"-16m5". Максимум 16m4" составляет приблизительно 100 и принадлежит окну 14l". Поскольку этот максимум 14m", по сравнению с максимумом 14m1", 14m2", 14m3" и 14m5", является значительно более высоким, и поскольку весь сигнал в окне 14l" кажется возмущенным, эти значения не учитываются. Максимальный признак окон 14h", 14i", 14j" и 14m" составляет приблизительно (15000, 17000, 19000, 10000). Среднее feat_max составляет 15215, тогда как медиана feat_max=16000. Вместо

уменьшения всех четырех признаков 16m1", 14m2", 14m3" и 14m5", все четыре признака могут дополнительно использоваться.

Как проиллюстрировано относительно фиг. 3, некоторый шаблон в рамках окна не является используемым.

Это проиллюстрировано относительно фиг. 4а. Фиг. 4а показывает аудиосигнал 10", содержащий акустический сигнал 12", который должен подразделяться на множество окон. Здесь проиллюстрированы некоторые окна 14a" в 14o". В частности, для окон 14a", 14h" и 14o", соответствующий шаблон 12a", 12h" и 12o" является возмущенным. Следовательно, эти окна 14a", 14h" и 14o" не используются/пренебрегаются. В отличие от возмущенного окна 14l" по фиг. 3, которое имеет слишком высокое максимальное значение, причина пренебрежения окнами 14a", 14h" и 14o" состоит в том, что граничная линия между предыдущими и последующими окнами не может быть определена. Поскольку такие возмущенные сигналы окон 14a", 14h" and 14o" или 14l" фальсифицировали бы результат извлечения признаков, соответствующие окна 14a", 14h", 14o" и 14l" пренебрегаются. Относительно варианта осуществления по фиг. 4а, это означает то, что пренебрегаются все окна 14a", 14h" и 14o", для которых четкая граничная линия не может быть определена.

Фиг. 4b показывает другое нарушение. Здесь, весь акустический сигнал 12" содержит значения амплитуды, которые находятся за пределами диапазона и не имеют четких сигналов, так что разбиение на окна не может выполняться. Поэтому, в некоторых случаях, вся запись 10", содержащая полностью возмущенный сигнал 12", может пренебрегаться без разбиения на окна.

Ниже поясняется возможный этап анализа соответствующих окон 14a, 14b и 14c (см. фиг. 1) или других окон, принадлежащих другим вариантам осуществления. Разбиение на окна обеспечивает то, что каждое окно 14a, 14b и 14c и каждый шаблон 12a, 12b и 12c может анализироваться отдельно. Согласно вариантам осуществления, могут извлекаться три различных типа признаков, а именно, именованные признаки, признаки временной области и признаки частотной области. Признаки временной области и признаки частотной области главным образом относятся к акустическому сигналу 12a, 12b и 12c, тогда как основной признак относится к вспомогательной информации. Возможные признаки временной области, которые могут анализироваться для каждого окна 14a, 14b и 14c, представляют собой следующее:

Среднее шаблона, медиана шаблона, среднеквадратическое отклонение в шаблоне, дисперсия в шаблоне или относительно другого шаблона, скошенность шаблона, эксцесс шаблона, среднее абсолютное отклонение шаблона, 25-ый квантиль шаблона, 75-ый квантиль шаблона, энтропия шаблона, частота переходов через 0 в шаблоне, коэффициент поисков, длительность первого пика в качестве 1, длительность второго пика S2, длительность от конца S1 до начала S1, длительность от конца S2 до начала следующего S1. В частности, признаки длительности являются более значимыми, когда сигнал 12 разбивается на окна 14a-14c.

Признаки временной области могут представлять собой мел-частотные кепстральные коэффициенты, сигнал цветности основного тона, спектральную сглаженность, спектральный эксцесс, спектральную скошенность, спектральный наклон, спектральную энтропию, доминирующую частоту, полосу пропускания, спектральный центроид, спектральный поток и/или спектральный спад.

Как пояснено выше, пример для аудиосигнала может представлять собой сердцебиение животного или отличающегося от человека млекопитающего, такого как собака. Вследствие этого, существует вероятность того, что может учитываться дополнительная информация, а именно, так называемые именованные признаки. Именованные признаки могут представлять собой класс, тяжесть (тяжесть для заболевания на этапах 0-6), позицию (позицию для измерения у животного, например, спереди слева, спереди справа, сзади слева, сзади справа), темп бега, вес (могут использоваться весовые классы, например, 0-10 кг, 10-20 кг, ≥ 20 кг). Дополнительно, возможно, что может выбираться альтернатива решения, например, после операции или до операции.

Следует отметить, что списки для различных типов признаков и тип признаков не ограничены упомянутыми списками и типами.

Согласно вариантам осуществления, вышеуказанный этап анализа главным образом или полностью выполняется автоматически. В частности, разбиение на окна может выполняться автоматически (для разбиения на окна). В ходе обучающей фазы, могут выполняться разбиение на окна и примерный анализ. Для обучающей фазы, параметры могут задаваться для разбиения на окна/авторазбиения на окна, для списка признаков (в частности, для использования разбиения на окна, здесь, среднее/медиана или все могут использоваться для анализа (как и тестовый размер), процентная доля от набора тестовых данных (например, 0,3). Здесь, набор тестовых данных разбивается и рандомизируется, при этом, например, 30% используются для обучения. Для обучения, могут использоваться различные модели, например, модель в виде дерева решений, модель на основе случайного леса, наивная байесовская базовая модель, модель на основе принципа адаптивного улучшения и/или модель на основе машины опорных векторов. Обнаружено, что модель на основе случайного леса обеспечивает наилучшие результаты.

Как пояснено выше, поясненный подход может использоваться для диагностики животного или отличающегося от человека млекопитающего, например, собаки. Ниже поясняется уровень техники. Эндокардиоз митрального клапана представляет собой наиболее распространенное заболевание сердца у собак. Распространенность растет с возрастом, поражаются приблизительно 10% от всех 5-8-летних собак, приблизительно 25% от всех 9-12-летних собак и 35% от всех собак старше 13 лет. Главным образом поражаются возрастные собаки мелких пород, такие как: карликовые пудели, миниатюрные шнауцеры, йоркширские терьеры, таксы. Другая предрасположенная порода собак представляет собой кавалер-кинг-чарлз-спаниеля. Она является особой породой в том, что она зачастую страдает от митрального эндокардиоза в молодом

возрасте. Крупные собаки поражаются гораздо менее часто.

Признаки заболевания на ранней стадии:

Сердечный шум: этот сердечный шум является слышимым для ветеринара с помощью стетоскопа, даже до того, как владелец замечает какие-либо изменения у собственного домашнего животного. Именно в силу этого данное заболевание может обнаруживаться во время рутинных обследований, к примеру, обследований в ходе вакцинации.

Признаки заболевания при дальнейшем течении: кашель, увеличенная частота дыхания, одышка, апатичность, слабая активность, отсутствие аппетита, короткие фазы потерь сознания. Причины: вследствие очень нерегулярного сердцебиения или тяжелого кашля либо в качестве результата разрыва в левом предсердии. Согласно предшествующему уровню техники, известны три диагностических решения:

- Рентген

-- Размер сердца: сначала, возникает расширение тени сердца в зоне левого предсердия и позднее также в зоне левого желудочка.

-- Смещение левого главного бронха.

- Другая важная задача рентгеновского изображения заключается в оценке легочных сосудов и легочного поля. Если легочные вены являются переполненными, это представляет собой индикатор для терапии. Если отек легких присутствует, может демонстрироваться альвеолярное помутнение, обычно в области ворот.

-- Легочная гиперемия: сначала легочные вены кажутся переполненными, позднее может диагностироваться отек легких (вода в легких).

- ECG

-- ECG главным образом диагностирует аритмии сердца. Они представляют собой важный диагностический критерий, поскольку собаки с заболеванием митрального клапана могут приобретать аритмии. То, является или нет ECG полезной, в конечном счете определяется кардиологом, но ее следует всегда проводить, если аритмия или дополнительные звуки сердца обнаруживаются во время мониторинга.

- Ультразвук сердца

-- Размер предсердия и желудочка может измеряться таким образом, что любое увеличение может надежно определяться.

-- Способность сердечной мышцы сжиматься может измеряться.

-- Помимо этого, цветная доплеровская эхокардиография может использоваться для того, чтобы количественно определять степень недостаточности.

Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, можно автоматически дифференцировать патологические и здоровые сердечные шумы животных или отличающихся от человека млекопитающих, в частности, собак. Были аускультированы звуки для каждой собаки в четырех различных позициях (спереди слева, сзади слева, спереди справа, сзади справа). Из звукозаписей, различные характеристики вычисляются как во временной, так и в частотной области, которые служат в качестве

ввода для нескольких алгоритмов машинного обучения после разделения полного набора данных на набор обучающих и тестовых данных. Классификация патологических и здоровых звуков сердца, к сожалению, не обеспечивает перспективу удовлетворительных результатов. По этой причине, классификация первоначально ограничена 2 классами. Они состоят из записей от собак со здоровыми сердцами и от собак с недостаточностью митрального клапана (MR). MR представляет собой дефект сердечного клапана, который приводит к течению крови обратно из левого желудочка в левое предсердие. С помощью алгоритмических деревьев решений, классификация собак, весящих меньше 20 кг, достигает точности в 84%, прецизионности в 81% и полноты в 81% (первые результаты тестирования). Предполагается, что точность должна увеличиваться. Посредством использования дополнительных звуковых выборок, достигнуто увеличение до 93%. Следует отметить, что набор данных является очень небольшим. Имеются породы, которые представляются только посредством записей от собак с MR. Использование признака "порода" должно приводить к сфальсифицированным результатам и в силу этого не используется. Таким образом, варианты осуществления обеспечивают, например, диагностику заболеваний сердца у животных или отличающихся от человека млекопитающих, в частности, у собак, имеющую простую компоновку (например, цифровой стетоскоп и смартфон), недорогую, быструю в работе (незначительный стресс для животного). Это, дополнительно, обеспечивает предпочтительное телемедицинское обследование.

За счет использования вышеописанного подхода, может формироваться простое оборудование. Оборудование проиллюстрировано посредством фиг. 5. Фиг. 5 показывает оборудование 30, содержащее, по меньшей мере, процессор 32 и микрофон 34. Сигнал микрофона может оцифровываться с использованием ADC. В простой конфигурации, оборудование может формироваться без микрофона и в таком случае вместо этого может иметь интерфейс для приема аудиосигнала. Эта конфигурация не показана. Процессор 32 выполнен с возможностью определять аудишаблон, повторяющийся в акустическом сигнале, и определять длину окна для множества окон. Длины окна разделяют период времени акустического сигнала на множество окон (равномерно или неравномерно). Процессор дополнительно выполнен с возможностью разбивать на окна акустический сигнал (начиная с длин окна) и получать множество окон. Кроме того, процессор может быть выполнен с возможностью выполнять анализ, например, посредством извлечения признаков шаблона в множестве окон. Все оборудование может реализовываться как интеллектуальное устройство/смартфон, анализ может выполняться однообразным методом. Более сложная реализация может представлять собой оборудование в качестве стетоскопа или цифрового стетоскопа.

Согласно вариантам осуществления, вышеописанное оборудование может реализовываться посредством интеллектуального устройства, такого как смартфон, планшетный РС или другое устройство, содержащее процессор 32. Посредством использования процессора 32, может выполняться способ либо, по меньшей мере,

некоторые этапы способа, как задано выше или задано в контексте нижеприведенных вариантов осуществления. Способ может, например, реализовываться как программное обеспечение, приложение или алгоритм для интеллектуального устройства.

Согласно вариантам осуществления, отчет, например, отчет по диагнозу может выводиться посредством оборудования/стетоскопа. Например, отчет может содержать диагноз, описывающий определенное заболевание/определенное заболевание в виде шумов. Отчет может сводиться к виду отчета в форме светофора, имеющего три цвета: желтый, красный и зеленый. Зеленый цвет может означать, что заболевание/шум не обнаружено, так что животное/отличающееся от человека млекопитающее/собака находится в хорошем состоянии. Желтый цвет может означать, что имеется опасность/высокая вероятность шума/заболевания. Желтый цвет дополнительно может указывать, что требуется дополнительный мониторинг/дополнительный анализ животного/отличающегося от человека млекопитающего/собаки. Красный цвет может указывать, что шум/заболевание обнаружено таким образом, что лечение животного/отличающегося от человека млекопитающего/собаки требуется/предлагается.

Согласно другому варианту осуществления, отчет может представлять собой следующее:

- Зеленый свет: Очень маловероятно, что животное/отличающееся от человека млекопитающее/собака имеет шум в сердце. Звук сердца является довольно физиологическим.

- Желтый свет: Звук сердца немного отличается от физиологического звука. Животное/отличающееся от человека млекопитающее/собака может страдать от заболевания сердца и/или сосудистого заболевания, отличного от протечки/заболевания митрального клапана. Следует также обратить внимание на повторение аускультации.

- Красный свет: Очень вероятно, что животное/отличающееся от человека млекопитающее/собака имеет шум митрального клапана, типичный для заболевания сердца в форме аномалии митрального клапана. Шум разбивается по стадиям на громкий шум в сердце, который считается клинически релевантным шумом в сердце: рекомендуется проводить дополнительные обследования, к примеру, осмотр для проверки состояния сердца, включающий в себя или рентген грудной клетки или эхокардиографию, чтобы определять, увеличивается ли и требует ли терапии сердце (стадия B2). Вариант B: звук сердца разбивается по стадиям на негрубый шум в сердце: рекомендуется осмотр для проверки состояния сердца каждые 6 месяцев или ежегодно.

Согласно вариантам осуществления, может выводиться простая сводка. Пример для такой сводки может заключаться в следующем:

"Это не медицинский диагноз. Рекомендуется визит к ветеринару для получения медицинского диагноза.

Обнаружение шума в сердце выявило следующее:

- с вероятностью 95% это митральная регургитация (MMVD),
- с вероятностью 78% это стеноз клапана легочной артерии (PS),

-"..."

Согласно дополнительным вариантам осуществления, другой вид отчета также является возможным. Следует отметить, что этот отчет/диагноз формируется автоматически.

Ниже поясняются дополнительные варианты осуществления в контексте пунктов формулы изобретения.

Пункт 1 формулы изобретения. Способ (100) для анализа (150) акустического сигнала (12a, 12b и 12c), имеющего период (T0-T6) времени и содержащего множество повторяющихся аудишаблонов, содержащий следующие этапы:

- прием (110) аудиосигнала (10, 10', 10'', 10''', 10'''), содержащего акустический сигнал (12a, 12b и 12c);
- определение (120) аудишаблонов, повторяющихся в акустическом сигнале (12a, 12b и 12c);
- определение (120) длины окна для множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''), при этом длина окна разделяет период (T0-T6) времени акустического сигнала (12a, 12b и 12c) на множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''); и
- разбиение на окна (140) акустического сигнала, чтобы получать множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'').

Пункт 2 формулы изобретения. Способ (100) по пункту 1 формулы изобретения, при этом способ (100) содержит дополнительный этап анализа (150) соответствующих окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'').

Пункт 3 формулы изобретения. Способ (100) по пункту 2 формулы изобретения, в котором дополнительный этап анализа (150) содержит этап выполнения извлечения признаков, чтобы получать один или более извлеченных признаков, описывающих соответствующий шаблон.

Пункт 4 формулы изобретения. Способ (100) по пункту 3 формулы изобретения, в котором признаки, которые должны извлекаться, находятся вне группы, содержащей именованный признак, признак временной области и/или признак частотной области; и/или

- при этом признак, который должен извлекаться, находится вне группы, содержащей максимум, среднее, медиану, среднеквадратическое отклонение, статистическую дисперсию, скошенность, эксцесс, среднее абсолютное отклонение, 25-ый квантиль, 75-ый квантиль, энтропию, частоту переходов через ноль, коэффициент амплитуды нагрузки, длительность первого пика и/или второго пика в шаблоне, длительность между первым пиком и вторым пиком в шаблоне, длительность между вторым пиком первого шаблона и первым пиком последующего шаблона, мел-частотные кепстральные коэффициенты, сигнал цветности основного тона, спектральную сглаженность, спектральный эксцесс, спектральную скошенность, спектральный наклон, спектральную энтропию, доминирующую частоту, полосу пропускания, спектральный центроид, спектральный поток, спектральный спад, информацию класса, информацию

тяжести, информацию позиции, информацию темпа бега, информацию веса, дополнительную информацию и/или другие параметры либо комбинацию вышеозначенного; и/или

- при этом этап извлечения признаков содержит этап повторного задания диапазона значений для одного или более извлеченных признаков таким образом, что диапазон значений для одного или более извлеченных признаков задается между минимальным значением или 0 и максимальным значением или 1.

Пункт 5 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором повторяющиеся аудиошаблоны являются равными друг другу, являются по существу равными друг другу, являются аналогичными друг другу, содержат один или более пиков сравнимой формы соответствующей амплитуды, проиллюстрированной во времени, и/или содержат один или более пиков сравнимой формы амплитуды, проиллюстрированной во времени, и сравнимые значения амплитуды в соответствующий момент времени в течение длины окна.

Пункт 6 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором длина окна является одинаковой.

Пункт 7 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором длина окна определяется на основе частоты повторения повторяющегося шаблона.

Пункт 8 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, при этом способ (100) дополнительно содержит этап игнорирования одного или более окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14c', 14a''-14c'') без аудиошаблона, аналогичного или равного множеству повторяющихся аудиошаблонов.

Пункт 9 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством одного или более пиков; и/или

- при этом каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством одного или более пиков в комбинации с базисным уровнем, при этом один или более пиков имеют значение амплитуды, которое, по меньшей мере, в пять раз больше базисного уровня; и/или

- при этом каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством систолы и/или диастолы.

Пункт 10 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, при этом способ (100) содержит этап нормализации аудиосигнала (10, 10', 10'', 10''', 10'''').

Пункт 11 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором этап определения (120) аудиошаблонов, определения (120) длины окна и разбиения на окна (140) выполняются автоматически и/или выполняются посредством использования искусственного интеллекта.

Пункт 12 формулы изобретения. Способ (100) по пункту 11 формулы изобретения,

в котором этапы выполняются посредством использования алгоритма на основе дерева решений, алгоритма на основе случайного леса, наивного байесовского алгоритма, алгоритма на основе принципа адаптивного улучшения, алгоритма, реализованного посредством нейронной сети, и/или алгоритма на основе машины опорных векторов.

Пункт 13 формулы изобретения. Способ (100) по любому из предыдущих пунктов формулы изобретения, в котором аудиосигнал (10, 10', 10'', 10''', 10''') представляет собой запись последовательности сердцебиений собаки и/или запись последовательности шумов в сердце собаки.

Пункт 14 формулы изобретения. Оборудование (30) для анализа (150) акустического сигнала (12a, 12b и 12c), имеющего период (T0-T6) времени и содержащего множество повторяющихся аудиошаблонов, причем оборудование (30) содержит:

- интерфейс для приема (110) аудиосигнала (10, 10', 10'', 10''', 10'''), содержащего акустический сигнал (12a, 12b и 12c); и
- процессор (32), который выполнен с возможностью определять аудиошаблон, повторяющийся в акустическом сигнале (12a, 12b и 12c), и определять длину окна для множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''), при этом длина окна разделяет период (T0-T6) времени акустического сигнала (12a, 12b и 12c) на множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''); и разбивать на окна акустический сигнал (12a, 12b и 12c), чтобы получать множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'').

Пункт 15 формулы изобретения. Система для выполнения анализа, содержащая оборудование (30) по пункту 14 формулы изобретения и микрофон (34), либо предпочтительно, оборудование (30) по пункту 14 формулы изобретения и стетоскоп, содержащий микрофон (34), либо более предпочтительно, оборудование (30) по пункту 14 формулы изобретения и цифровой стетоскоп, содержащий микрофон (34).

Пункт 16 формулы изобретения. Компьютерная программа, имеющая программный код, содержащий инструкции для осуществления способа (100) по любому из пунктов 1-13 формулы изобретения.

Хотя некоторые аспекты описаны в контексте оборудования, очевидно, что эти аспекты также представляют описание соответствующего способа, при этом блок или устройство соответствует этапу способа либо признаку этапа способа. Аналогично, аспекты, описанные в контексте этапа способа, также представляют описание соответствующего блока или элемента, или признака соответствующего оборудования. Некоторые или все этапы способа могут выполняться посредством (или с использованием) аппаратного оборудования, такого как, например, микропроцессор, программируемый компьютер либо электронная схема. В некоторых вариантах осуществления, некоторые из одного или более самых важных этапов способа могут выполняться посредством такого оборудования.

В зависимости от некоторых требований к реализации, варианты осуществления изобретения могут реализовываться в аппаратных средствах или в программном обеспечении. Реализация может выполняться с использованием цифрового носителя

хранения данных, например, гибкого диска, DVD, Blu-Ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM или флэш-памяти, имеющего сохраненные электронно считываемые управляющие сигналы, которые взаимодействуют (или способны взаимодействовать) с программируемой компьютерной системой таким образом, что осуществляется соответствующий способ. Следовательно, цифровой носитель хранения данных может быть машиночитаемым.

Некоторые варианты осуществления согласно изобретению содержат носитель данных, имеющий электронночитаемые управляющие сигналы, которые способны взаимодействовать с программируемой компьютерной системой таким образом, что осуществляется один из способов, описанных в данном документе.

В общем, варианты осуществления настоящего изобретения могут реализовываться как компьютерный программный продукт с программным кодом, при этом программный код выполнен с возможностью осуществления одного из способов, когда компьютерный программный продукт работает на компьютере. Программный код, например, может сохраняться на машиночитаемом носителе.

Другие варианты осуществления содержат компьютерную программу для осуществления одного из способов, описанных в данном документе, сохраненную на машиночитаемом носителе.

Другими словами, вариант осуществления изобретаемого способа, следовательно, представляет собой компьютерную программу, имеющую программный код для осуществления одного из способов, описанных в данном документе, когда компьютерная программа работает на компьютере.

Следовательно, дополнительный вариант осуществления изобретаемых способов представляет собой носитель хранения данных (цифровой носитель хранения данных или машиночитаемый носитель), содержащий записанную компьютерную программу для осуществления одного из способов, описанных в данном документе. Носитель данных, цифровой носитель хранения данных или носитель с записанными данными типично является материальным и/или энергонезависимым.

Следовательно, дополнительный вариант осуществления изобретаемого способа представляет собой поток данных или последовательность сигналов, представляющих компьютерную программу для осуществления одного из способов, описанных в данном документе. Поток данных или последовательность сигналов, например, может быть выполнена с возможностью передачи через соединение для передачи данных, например, через Интернет.

Дополнительный вариант осуществления содержит средство обработки, например, компьютер или программируемое логическое устройство, выполненное с возможностью осуществлять один из способов, описанных в данном документе.

Дополнительный вариант осуществления содержит компьютер, имеющий установленную компьютерную программу для осуществления одного из способов, описанных в данном документе.

Дополнительный вариант осуществления согласно изобретению содержит оборудование или систему, выполненную с возможностью передавать (например, электронно или оптически) компьютерную программу для осуществления одного из способов, описанных в данном документе, в приемное устройство. Приемное устройство, например, может представлять собой компьютер, мобильное устройство, запоминающее устройство и т.п. Оборудование или система, например, может содержать файловый сервер для передачи компьютерной программы в приемное устройство.

В некоторых вариантах осуществления, программируемое логическое устройство (например, программируемая пользователем вентильная матрица) может использоваться, чтобы выполнять часть или все из функциональных возможностей способов, описанных в данном документе. В некоторых вариантах осуществления, программируемая пользователем вентильная матрица может взаимодействовать с микропроцессором, чтобы осуществлять один из способов, описанных в данном документе. В общем, способы предпочтительно осуществляются посредством любого аппаратного оборудования.

Вышеописанные варианты осуществления являются просто иллюстративными в отношении принципов настоящего изобретения. Следует понимать, что модификации и изменения компоновок и подробностей, описанных в данном документе, должны быть очевидными для специалистов в данной области техники. Следовательно, они подразумеваются как ограниченные только объемом нижеприведенной формулы изобретения, а не конкретными подробностями, представленными посредством описания и пояснения вариантов осуществления в данном документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (100) для анализа (150) акустического сигнала (12а, 12b и 12с), имеющего период (T0-T6) времени и содержащего множество повторяющихся аудиошаблонов, содержащий следующие этапы, на которых:

- принимают (110) аудиосигнал (10, 10', 10'', 10''', 10'''), содержащий акустический сигнал (12а, 12b и 12с), при этом аудиосигнал (10, 10', 10'', 10''', 10'''), представляет собой запись последовательности сердцебиений животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки и/или запись последовательности шумов в сердце животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки;

- определяют (120) аудиошаблоны, повторяющиеся в акустическом сигнале (12а, 12b и 12с);

- определяют (120) длину окна для множества окон (14а, 14b, 14с, 14а'-14о', 14а''-14о''), при этом длина окна разделяет период (T0-T6) времени акустического сигнала (12а, 12b и 12с) на множество окон (14а, 14b, 14с, 14а'-14о', 14а''-14о''); при этом определение (120) длины окна выполняется для каждого окна из множества окон (14а, 14b, 14с, 14а'-14о', 14а''-14о'') отдельно; и

- разбивают на окна (140) акустический сигнал, чтобы получать множество окон (14а, 14b, 14с, 14а'-14о', 14а''-14о'');

- при этом этапы определения (120) аудиошаблонов, определения (120) длины окна и разбиения на окна (140) выполняются автоматически.

2. Способ (100) по п. 1, при этом способ (100) содержит дополнительный этап, на котором анализируют (150) соответствующие окна (14а, 14b, 14с, 14а'-14о', 14а''-14о'').

3. Способ (100) по п. 2, в котором дополнительный этап анализа (150) содержит этап, на котором выполняют извлечение признаков, чтобы получать один или более извлеченных признаков, описывающих соответствующий шаблон.

4. Способ (100) по п. 3, в котором признаки, которые должны извлекаться, находятся вне группы, содержащей именованный признак, признак временной области и/или признак частотной области; и/или

- при этом признак, который должен извлекаться, находится вне группы, содержащей максимум, среднее, медиану, среднеквадратическое отклонение, статистическую дисперсию, скошенность, эксцесс, среднее абсолютное отклонение, 25-ый квантиль, 75-ый квантиль, энтропию, частоту переходов через ноль, коэффициент амплитуды нагрузки, длительность первого пика и/или второго пика в шаблоне, длительность между первым пиком и вторым пиком в шаблоне, длительность между вторым пиком первого шаблона и первым пиком последующего шаблона, мел-частотные кепстральные коэффициенты, сигнал цветности основного тона, спектральную сглаженность, спектральный эксцесс, спектральную скошенность, спектральный наклон, спектральную энтропию, доминирующую частоту, полосу пропускания, спектральный центроид, спектральный поток, спектральный спад, информацию класса, информацию

тяжести, информацию позиции, информацию темпа бега, информацию веса, дополнительную информацию и/или другие параметры либо комбинацию вышеозначенного; и/или

- при этом этап извлечения признаков содержит этап, на котором повторно задают диапазон значений для одного или более извлеченных признаков таким образом, что диапазон значений для одного или более извлеченных признаков задается между минимальным значением или 0 и максимальным значением или 1.

5. Способ (100) по любому из пп. 2-4, при этом способ содержит этап, на котором выводят отчет по анализу; или

- при этом способ содержит этап, на котором выводят отчет по анализу, при этом отчет содержит информацию относительно заболевания или шума животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки.

6. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором повторяющиеся аудиошаблоны являются равными друг другу, являются по существу равными друг другу, являются аналогичными друг другу, содержат один или более пиков сравнимой формы соответствующей амплитуды, проиллюстрированной во времени, и/или содержат один или более пиков сравнимой формы амплитуды, проиллюстрированной во времени, и сравнимые значения амплитуды в соответствующий момент времени в течение длины окна.

7. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором длина окна является одинаковой.

8. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором длина окна определяется на основе частоты повторения повторяющегося шаблона.

9. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, при этом способ (100) дополнительно содержит этап, на котором игнорируют одно или более окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a"-14o") без аудиошаблона, аналогичного или равного множеству повторяющихся аудиошаблонов.

10. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством одного или более пиков; и/или

- при этом каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством одного или более пиков в комбинации с базисным уровнем, при этом один или более пиков имеют значение амплитуды, которое, по меньшей мере, в пять раз больше базисного уровня; и/или

- при этом каждый повторяющийся аудиошаблон задается посредством систолы и/или диастолы.

11. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, при этом способ (100) содержит этап, на котором нормализуют аудиосигнал (10, 10', 10'', 10''', 10''').

12. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором этапы определения (120) аудиошаблонов, определения (120) длины окна и разбиения на окна

(140) выполняются посредством использования искусственного интеллекта.

13. Способ (100) по п. 12, в котором этапы выполняются посредством использования алгоритма на основе дерева решений, алгоритма на основе случайного леса, наивного байесовского алгоритма, алгоритма на основе принципа адаптивного улучшения и/или алгоритма на основе машины опорных векторов.

14. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором акустический сигнал (12a, 12b и 12c) содержит последовательность сердцебиений животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки, причем последовательности сердцебиений формируют множество повторяющихся аудиошаблонов.

15. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором определение (120) длины окна содержит этап, на котором определяют граничную линию между двумя повторяющимися аудиошаблонами, чтобы определять длину окна для соответствующего окна; и/или

- при этом определение (120) длины окна содержит этап, на котором определяют характерный признак, импульс, пик, шаблон, систолу и/или диастолу окна, чтобы определять начало окна, и определяют соответствующий признак, импульс, пик, шаблон, систолу и/или диастолу последующего окна, чтобы определять конец упомянутого окна; и/или

- при этом определение (120) длины окна содержит этап, на котором определяют длины окна посредством определения начала и конца окна.

16. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором длины окна варьируются во времени, и/или при этом длины окна варьируются от первого окна из множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'') до последующего окна из множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'').

17. Способ (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором длины окна варьируются в зависимости от частоты сердцебиений животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки; и/или

- при этом способ дополнительно содержит этап, на котором определяют частоту сердцебиений.

18. Оборудование (30) для анализа (150) акустического сигнала (12a, 12b и 12c), имеющего период (T0-T6) времени и содержащего множество повторяющихся аудиошаблонов, причем оборудование (30) содержит:

- интерфейс для приема (110) аудиосигнала (10, 10', 10'', 10''', 10''''), содержащего акустический сигнал (12a, 12b и 12c); причем аудиосигнал (10, 10', 10'', 10''', 10'''') представляет собой запись последовательности сердцебиений животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки и/или запись последовательности шумов в сердце животного, предпочтительно, отличающегося от человека млекопитающего, более предпочтительно, собаки; и

- процессор (32), который выполнен с возможностью определять аудиошаблон,

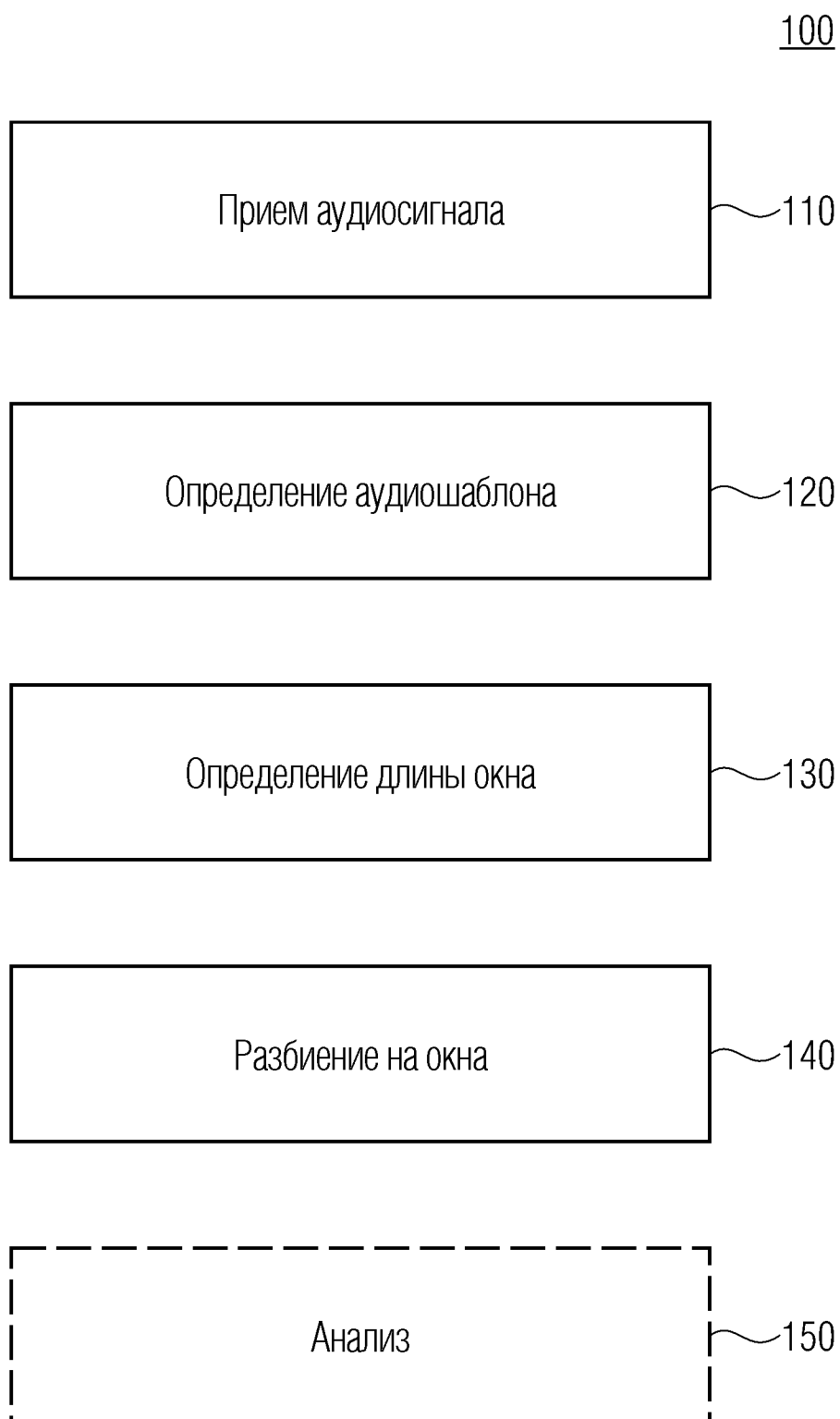
повторяющийся в акустическом сигнале (12a, 12b и 12c), и определять длину окна для множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''), при этом длина окна разделяет период (T0-T6) времени акустического сигнала (12a, 12b и 12c) на множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o''), при этом процессор (32) определяет длину окна для каждого окна из множества окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'') отдельно; и разбивать на окна акустический сигнал (12a, 12b и 12c), чтобы получать множество окон (14a, 14b, 14c, 14a'-14o', 14a''-14o'');

- при этом этапы определения (120) аудиошаблонов, определения (120) длины окна и разбиения на окна (140) выполняются автоматически.

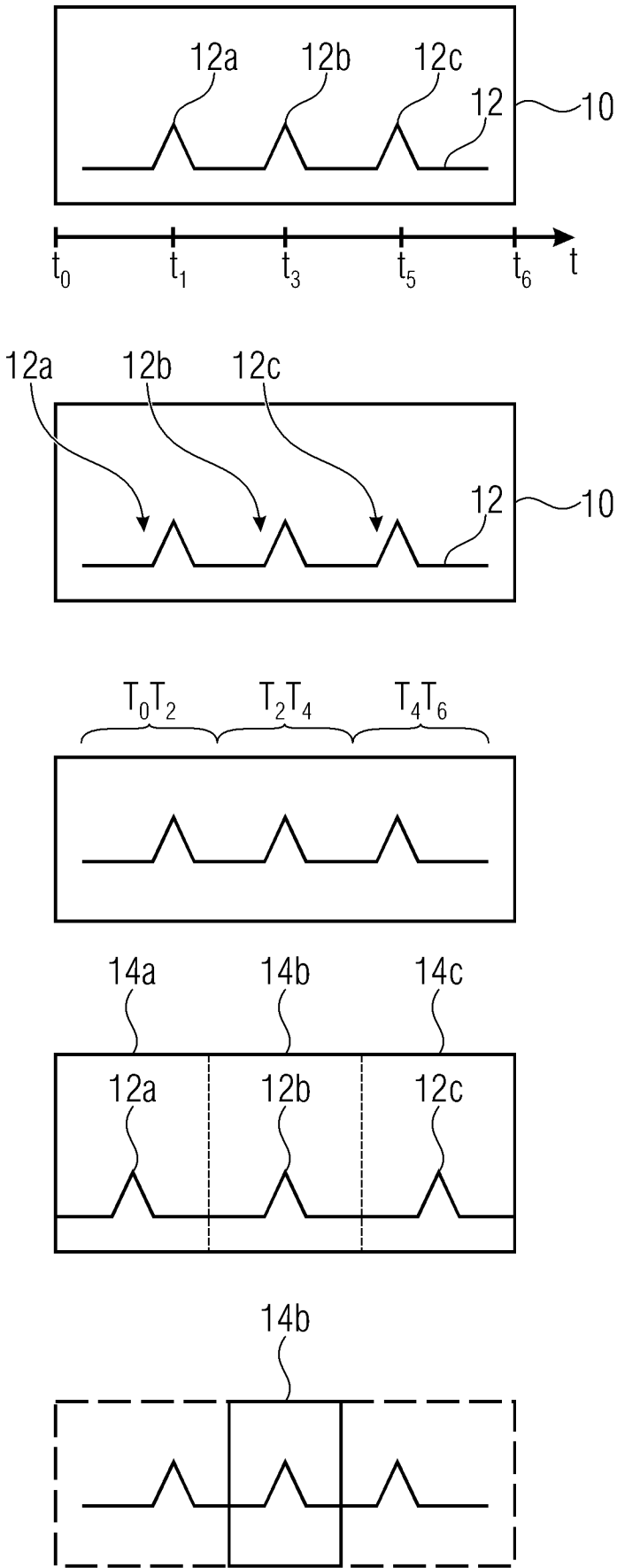
19. Система для выполнения анализа, содержащая оборудование (30) по п. 18 и микрофон (34), либо предпочтительно, оборудование (30) по п. 18 и стетоскоп, содержащий микрофон (34), либо более предпочтительно, оборудование (30) по п. 18 и цифровой стетоскоп, содержащий микрофон (34).

20. Компьютерная программа, имеющая программный код, содержащий инструкции для осуществления способа (100) по любому из пп. 1-17.

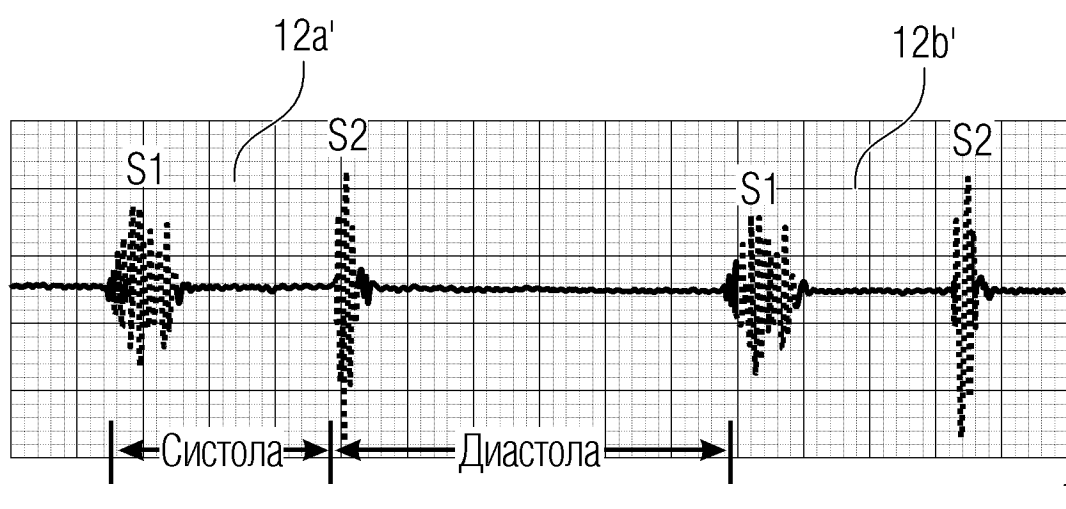
По доверенности



ФИГ. 1А

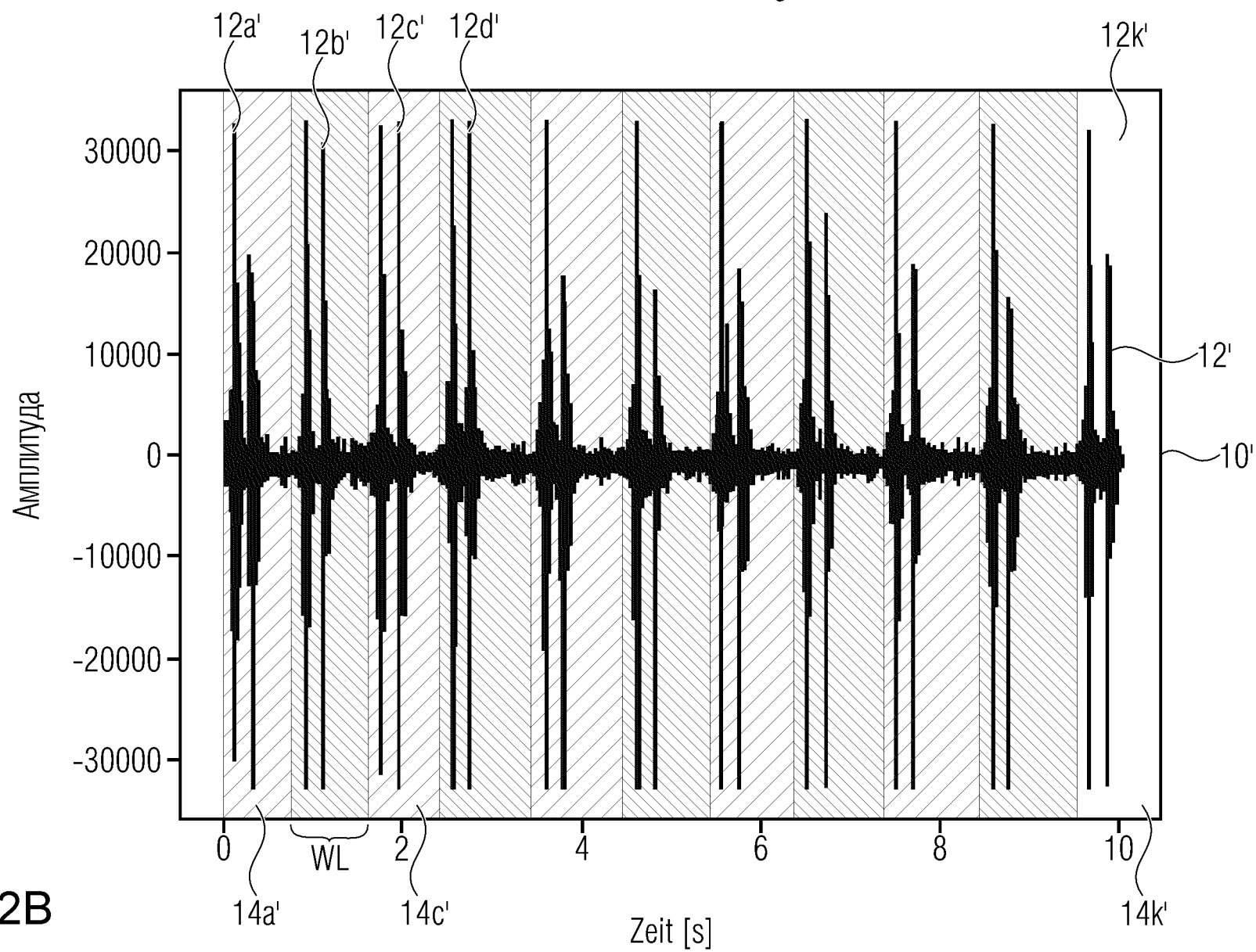


ФИГ. 1В



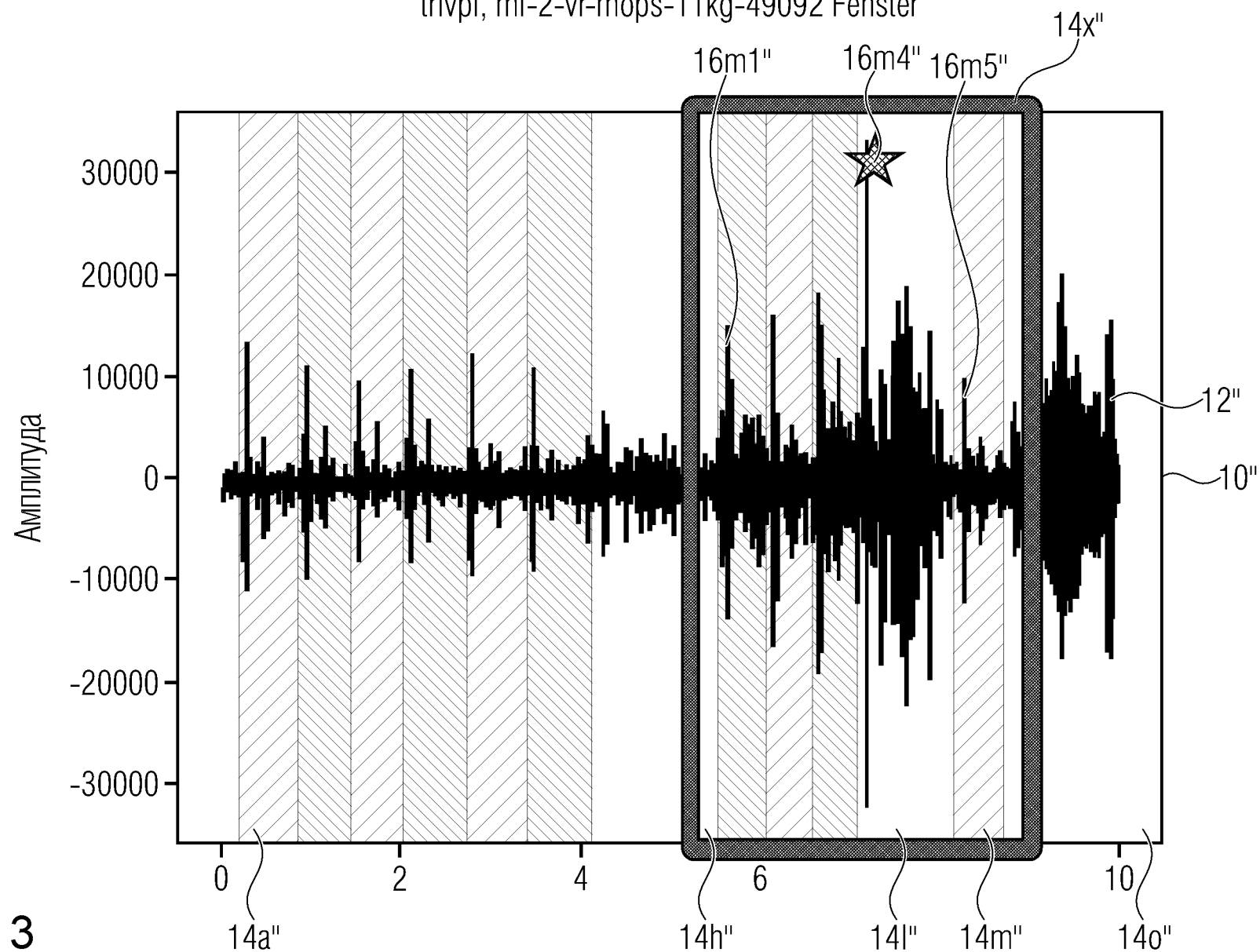
ФИГ. 2А

Anämie-0-vl-bichoumalteser-8,1kg-48663 Fenster

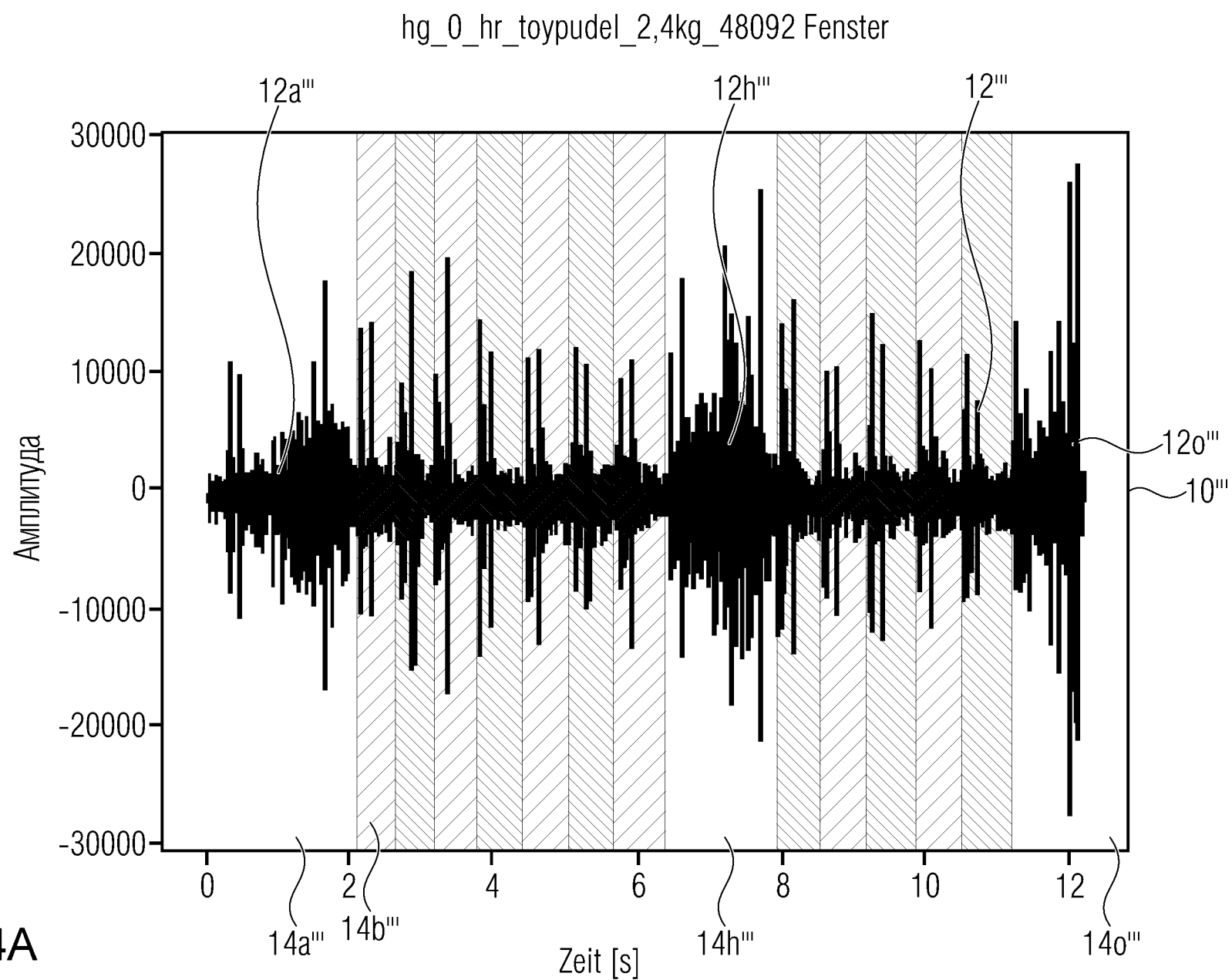


ФИГ. 2В

trivpi, mi-2-vr-mops-11kg-49092 Fenster

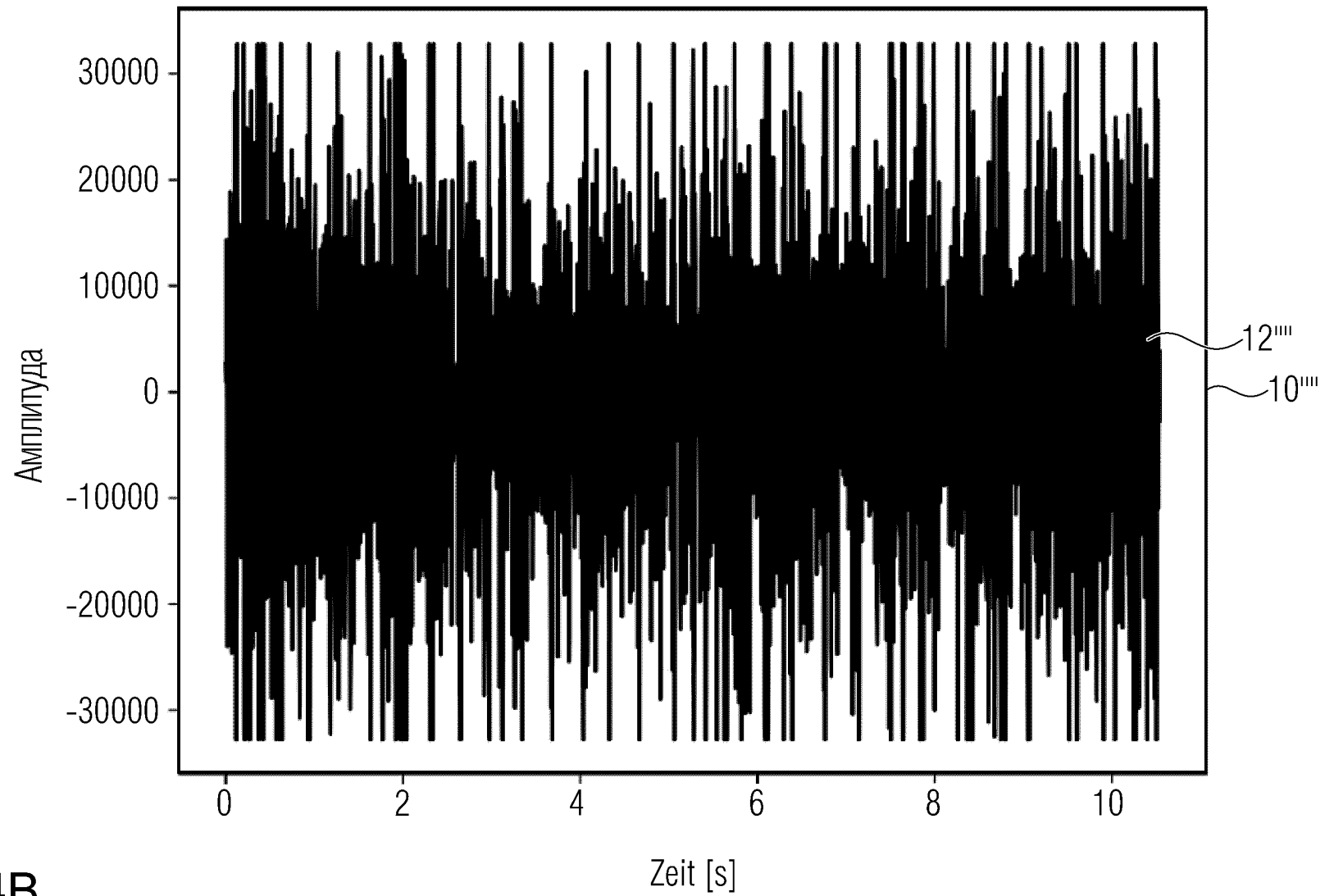


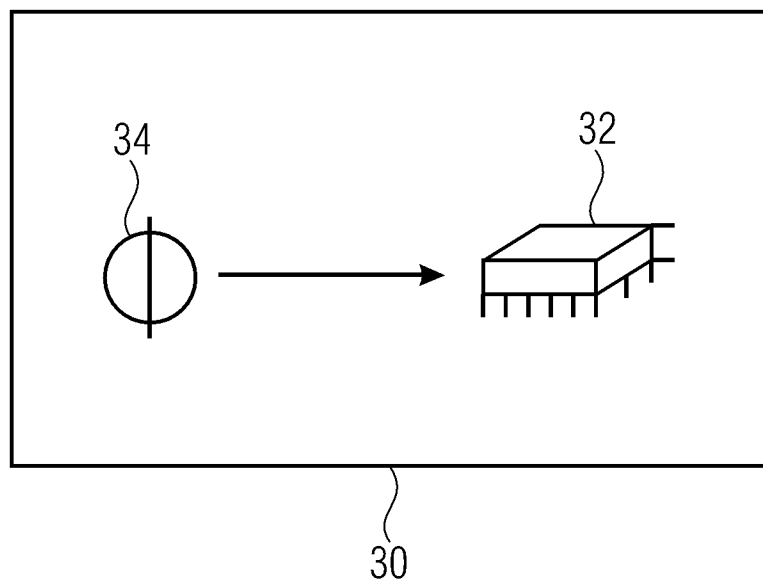
ФИГ. 3



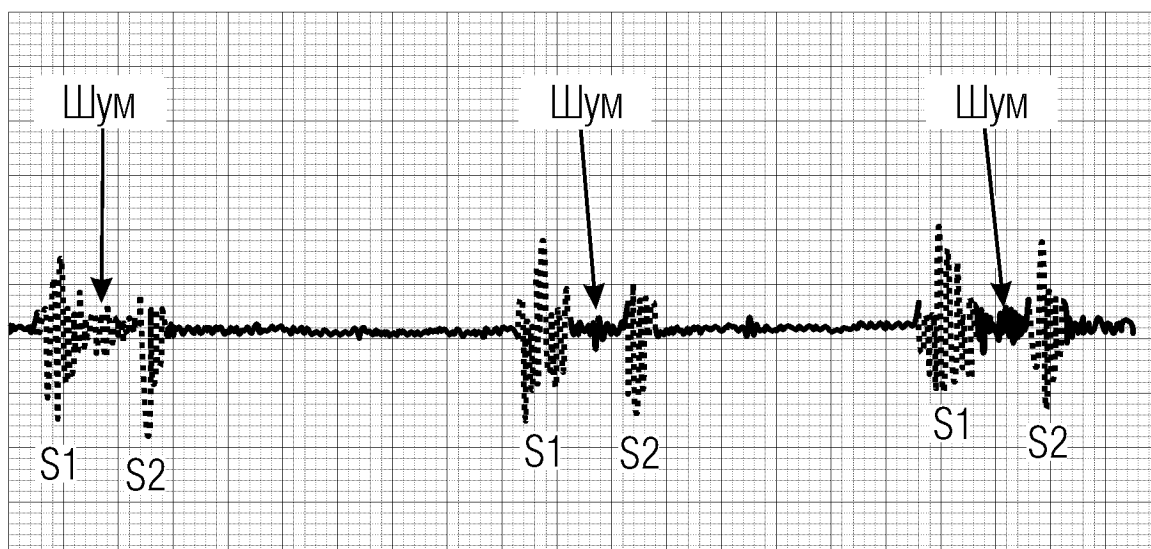
ФИГ. 4А

MMVD CHIEFB1-5hl-chihuahua-2,8kg Fenster

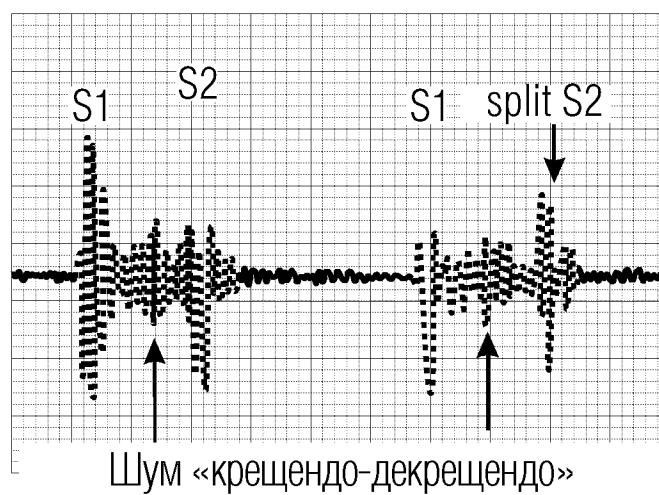




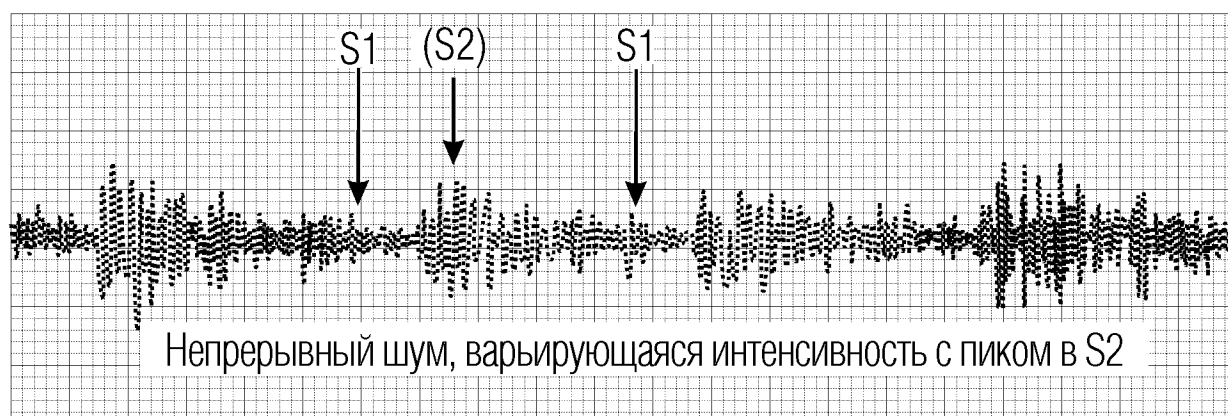
ФИГ. 5



ФИГ. 6А



ФИГ. 6В



ФИГ. 6С