(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 042547 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.27

(21) Номер заявки
202291451

(22) Дата подачи заявки
2020.11.13

(51) Int. Cl. ***A01G 23/08*** (2006.01)
G01B 11/04 (2006.01)
G01B 15/00 (2006.01)
G01B 21/02 (2006.01)
G01B 21/06 (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01)
G01S 13/00 (2006.01)

(54) ЗАХВАТНО-СРЕЗАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ СТВОЛА ДЕРЕВА И СВЯЗАННЫЙ С НИМ СПОСОБ

(31) **1951316-7**
(32) **2019.11.15**
(33) **SE**
(43) **2022.08.02**
(86) **PCT/SE2020/051088**
(87) **WO 2021/096415 2021.05.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛОГ МАКС АБ (SE)

(72) Изобретатель:
Элиассон Микаэль, Перссон Хенрик (SE)

(74) Представитель:
Тагбергенова А.Т., Тагбергенова М.М. (KZ)

(56) SE-A1-1750520
WO-A1-9322900
SE-A1-1730010
WO-A2-2006126952
US-A1-2009095377
EP-A1-3004795
US-A1-2010027034
WO-A1-2012087220

(57) Изобретение относится к захватно-срезающему устройству (100) лесозаготовительной машины (110), в котором захватно-срезающее устройство содержит по меньшей мере одно режущее устройство (102), по меньшей мере два подающих ролика (101) и радиолокационное устройство (103). Радиолокационное устройство (103) содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика, выполненную с возможностью передачи сигнала на ствол измеряемого дерева, по меньшей мере две антенны радиолокационного приемника, выполненные с возможностью получения радиолокационного сигнала, который отразился, по меньшей мере, в первой (114) и во второй (115) точках в ответ на переданный радиолокационный сигнал, при этом первая и вторая точки находятся в разных местах. Радиолокационное устройство дополнительно содержит устройство для приема параметров (160) ствола дерева на основании сигнала (сигналов), отраженных в первой (114) и второй (115) точках. Устройство для приема параметров ствола дерева выполнено с возможностью определения характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке, идентификации выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку, на основе чего и производится определение длины ствола дерева.

042547 B1

042547 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к захватно-срезающему устройству для лесозаготовительной машины, лесозаготовительной машине и к способу определения длины ствола дерева.

Предшествующий уровень техники

Одной из основных задач лесозаготовительной машины и захватно-срезающего устройства является обрезка стволов деревьев определенной длины, получая, при этом, как можно больше пригодной для использования древесины. Длина срезаемого ствола дерева определяется устройством для измерения длины, которое обычно расположено в захватно-срезающем устройстве лесозаготовительной машины.

Такое захватно-срезающее устройство содержит подающие ролики для подачи ствола дерева в продольном направлении и режущее устройство для резки ствола дерева желаемой длины. Устройство для измерения длины содержит механический диск, изготовленный из металла с возможностью прокатывания в продольном направлении по стволу дерева, подлежащего измерению и резке. К диску подсоединен датчик, который определяет количество оборотов, пройденных диском по стволу дерева. Затем количество оборотов передается в систему управления лесозаготовительной машины, где пересчитывается в длину ствола дерева.

При использовании такого устройства для измерения длины очень важно, чтобы усилие, прикладываемое механическим диском на ствол дерева, оставалось как можно более постоянным, обеспечивая тем самым равномерное проникновение в ствол дерева. Даже небольшая разница в проникновении вызывает большое отклонение от измеряемой длины. Кроме того, на результат измерения влияют и другие факторы, такие как порода срезаемого дерева, форма механического диска, форма зубьев диска, которая меняется по мере их износа, температура ствола дерева и т.д. Следовательно, такое устройство для измерения длины не дает достаточно точного значения длины ствола дерева. Чтобы компенсировать неточные измерения длины ствола дерева, для каждого срезаемого ствола дерева вводят допуск по длине. Допуск по длине, применяемый к каждому стволу дерева, приводит к потере нескольких процентов древесины, что соответствует порядку сотен тысяч кубических метров древесины в одной только Швеции ежегодно.

Таким образом, существует необходимость в совершенствовании решения для определения длины ствола дерева.

Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является предоставление решения для определения длины ствола дерева, в котором некоторые из раскрытых вышеуказанных проблем устраняются или, по меньшей мере, сглаживаются.

В изобретении представлено захватно-срезающее устройство для лесозаготовительной машины, в которой захватно-срезающее устройство содержит по меньшей мере одно режущее устройство, по меньшей мере два подающих ролика и радиолокационное устройство. Радиолокационное устройство содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика, выполненную с возможностью передачи сигнала на ствол измеряемого дерева, по меньшей мере одну антенну радиолокационного приемника, выполненную с возможностью получения радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, от первой и во второй точек в ответ на переданный радиолокационный сигнал, при этом первая и вторая точки находятся в разных местах. Радиолокационное устройство дополнительно содержит устройство для приема параметров ствола дерева, основанных на сигнале (сигналах), отраженных в первой и второй точках. Устройство для приема параметров ствола дерева выполнено с возможностью распознавания характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке, идентификации выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку, на основе чего и определяется длина ствола дерева.

Преимущество использования радиолокационного устройства при определении длины заключается в бесконтактном способе измерения, а значит, устройство для определения длины не соприкасается физически со стволом дерева, подлежащим измерению.

Кроме того, поскольку это бесконтактный способ, устройство для определения длины с использованием радиолокации изнашивается не так быстро, как в случае с устройством, находящимся в контакте со стволом дерева, что происходит при использовании устройства для измерения длины, содержащего механический диск, который выполнен с возможностью перемещения/прокатывания в продольном направлении по стволу измеряемого дерева.

При использовании радиолокационного устройства для определения длины нет необходимости в калибровке устройства определения длины. В этом отличие от устройства для измерения длины, содержащего механический диск, в котором на измерения влияют, например, порода срезаемого дерева, форма механического диска, температура ствола дерева и т.д.

В соответствии с настоящим изобретением, радиолокационное устройство может быть очень маленьким с объемом <10 $см^3$. Таким образом, оно занимает меньше места при установке на захватно-срезающем устройстве по сравнению с предшествующим устройством для измерения длины.

Отличительной особенностью радиолокационного излучения является то, что на него практически не влияют или, по крайней мере, влияют в очень малой степени такие примеси, как смола, опилки, снег и лед. Характерно, что на радиолокационное излучение практически не влияют или, по крайней мере, в

очень малой степени такие примеси, как смола, опилки, снег и лед. Следовательно, требующее очистки засорение устройства измерения длины смолой, опилками, снегом и льдом, обычно не происходит при использовании радиолокационного устройства.

Согласно варианту осуществления изобретения, по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика содержит первую и вторую антенны радиолокационного передатчика, и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника содержит первую и вторую антенны радиолокационного приемника. Первая антенна радиолокационного приемника выполнена с возможностью приема сигнала от первой антенны радиолокационного передатчика, отраженного в первой точке, а вторая антенна радиолокационного приемника выполнена с возможностью приема сигнала от второй антенны радиолокационного передатчика, отраженного во второй точке.

Согласно варианту осуществления изобретения, расстояние между первой антенной радиолокационного передатчика и первой антенной радиолокационного приемника равно расстоянию между второй антенной радиолокационного передатчика и второй антенной радиолокационного приемника.

Согласно варианту осуществления изобретения, угол между первой антенной радиолокационного передатчика и первой антенной радиолокационного приемника равен углу между второй антенной радиолокационного передатчика и второй антенной радиолокационного приемника. В конфигурации, где расстояние и угол между антенной радиолокационного передатчика и соответствующей антенной радиолокационного приемника равны для соответствующей пары радиолокационный передатчик/радиолокационный приемник, легче выполнить вычисление длины, поскольку ответы более похожи друг на друга по сравнению с конфигурацией с общей антенной передатчика. Следовательно, измерения, выполняемые в конфигурации с двумя отдельными антеннами радиолокационного передатчика, являются более точными по сравнению с конфигурацией с общей антенной передатчика.

Согласно варианту осуществления изобретения по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника содержит первую и вторую приемные антенны, каждая из которых выполнена с возможностью приема отраженного сигнала от той же антенны радиолокационного передатчика.

Согласно варианту осуществления изобретения, расстояние от точки на стволе дерева до по меньшей мере двух приемных антенн определяется время-пролетным методом.

Согласно варианту осуществления изобретения, конечное положение ствола дерева определяется время-пролетным методом. Преимущество конфигурации, в которой радиолокационное устройство используется для определения конечного положения ствола дерева, такого как корень, состоит в том, что радиолокационное устройство менее чувствительно к загрязнению, такому как кора и/или масло, по сравнению с известными способами, использующими, например, фотоэлектрический датчик.

Согласно варианту осуществления изобретения, отраженный сигнал, полученный в ответ на переданный сигнал, относится к частоте.

Согласно варианту осуществления изобретения, отраженный сигнал, полученный в ответ на переданный сигнал, относится к разности фаз.

Согласно варианту осуществления изобретения, по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника расположены практически перпендикулярно относительно продольного направления ствола измеряемого дерева.

Согласно варианту осуществления изобретения, захватно-срезающее устройство дополнительно содержит двигатель, предназначенный для приведения в действие по меньшей мере одного режущего устройства, и по меньшей мере один двигатель, предназначенный для приведения в действие подающих роликов.

В изобретении также предлагается захватно-срезающее устройство для лесозаготовительной машины, в которой захватно-срезающее устройство содержит по меньшей мере одно режущее устройство, по меньшей мере два подающих ролика и радиолокационное устройство. Радиолокационное устройство содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика, выполненную с возможностью передачи сигнала на ствол измеряемого дерева по меньшей мере одну антенну радиолокационного приемника, выполненную с возможностью получения радиолокационного сигнала, отраженного от ствола дерева, и устройство для приема параметров ствола дерева, основанных на сигналах, отраженных от ствола дерева. По меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника расположены практически параллельно продольному направлению ствола измеряемого дерева, и устройство для приема параметров ствола дерева выполнено с возможностью определения разности фаз отраженных сигналов, полученных в ответ на переданный сигнал, на основе чего и производится определение длины ствола дерева.

Согласно варианту осуществления изобретения, захватно-срезающее устройство дополнительно содержит двигатель, предназначенный для приведения в действие по меньшей мере одного режущего устройства, и по меньшей мере один двигатель, предназначенный для приведения в действие подающих роликов.

В изобретении также предлагается лесозаготовительная машина, имеющая стрелу крана, в которой стрела крана содержит захватно-срезающее устройство, расположенное на свободном конце стрелы крана.

Согласно варианту осуществления изобретения, устройство для приема параметров ствола дерева содержит по меньшей мере один процессор для определения длины ствола дерева, установленный в захватно-срезающем устройстве и/или в лесозаготовительной машине.

Согласно варианту осуществления изобретения, процессор выполнен с возможностью записи информации, относящейся к сегменту сигнала, отраженного в первой точке и принятого по меньшей мере одной антенной радиолокационного приемника, сравнения записанного сегмента сигнала с сигналом, отраженным во второй точке.

Когда первый сегмент отраженного сигнала соответствует второму отраженному сигналу, он соответствует тому же месту на стволе дерева, и на основе такого сравнения определяют длину ствола дерева.

Согласно варианту осуществления изобретения, записанная информация, относящаяся к сегменту отраженного сигнала, относится к разности фаз и/или разности во времени и/или частоты.

Согласно варианту осуществления изобретения, лесозаготовительная машина дополнительно содержит блок управления, предназначенный для управления, по меньшей мере, двигателем, который приводит в действие по меньшей мере одно режущее устройство, и/или двигателем, который приводит в действие по меньшей мере два подающих ролика на основании данных определения длины, полученных от устройства для приема параметров ствола дерева.

В изобретении также предлагается способ определения длины ствола дерева лесозаготовительной машиной, содержащей захватно-срезающее устройство; способ, включающий следующие этапы: передача радиолокационного сигнала на ствол измеряемого дерева; прием радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, в первой и второй точках в ответ на переданный радиолокационный сигнал, причем первая и вторая точки находятся в разных местах. Способ далее включает распознавание характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке; идентификацию выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку, и определение длины ствола дерева на этой основе. Способ соответствует действиям, выполняемым захватно-срезающим устройством и лесозаготовительной машиной, как представлено выше, и обладает всеми соответствующими полезными эффектами и преимуществами описанных захватно-срезающего устройства и лесозаготовительной машины.

Краткое описание фигур

На фиг. 1 показан пример лесозаготовительной машины в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 2 представлен вид спереди вертикально ориентированного захватно-срезающего устройства лесозаготовительной машины в соответствии с фиг. 1.

На фиг. 3 представлен вид сбоку горизонтально ориентированного захватно-срезающего устройства лесозаготовительной машины в соответствии с фиг. 1.

На фиг. 4 показана диаграмма, демонстрирующая радиолокационное устройство, устройство для приема параметров ствола дерева и блок управления.

На фиг. 5a и 5b показаны конфигурации с двумя антеннами радиолокационного передатчика и двумя антеннами радиолокационного приемника в соответствии с двумя примерами.

Фиг. 5c представляет пример характерных признаков, относящихся к частоте.

На фиг. 6a и 6b показаны конфигурации с общей антенной радиолокационного передатчика и двумя антеннами радиолокационного приемника, а также триангуляция положений антенн для определения точки на стволе дерева в соответствии с приведенным примером.

На фиг. 7 показана конфигурация с одной антенной радиолокационного передатчика и одной антенной радиолокационного приемника в соответствии с примером.

На фиг. 8a показан известный способ определения конечного положения ствола дерева.

На фиг. 8b представлена конфигурация с общей антенной радиолокационного передатчика и двумя отдельными антеннами радиолокационного приемника для определения конечного положения ствола дерева в соответствии с примером.

Фиг. 9 представляет блок-схему, разъясняющую этапы способа определения длины ствола дерева в соответствии с примером.

Подробное описание

На фиг. 1 представлена лесозаготовительная машина 110 в соответствии с настоящим изобретением. Лесозаготовительная машина 110 содержит захватно-срезающее устройство 100, расположенное на свободном конце стрелы крана 120 лесозаготовительной машины 110. Захватно-срезающее устройство 100 предназначено для распиловки ствола дерева на участки определенной длины, а также, при необходимости, для обрезки сучьев. Лесозаготовительная машина 110 может дополнительно содержать кабину 130 для оператора и заднюю часть 140, в которой может находиться двигатель 170 для приведения в действие лесозаготовительной машины 110. Лесозаготовительная машина 110 может также содержать блок управления 150, контролирующий, например, режущее устройство 102 и/или по меньшей мере два подающих ролика 101 захватно-срезающего устройства 100. На фиг. 1 блок управления 150 расположен в кабине 130 лесозаготовительной машины 110, но он также может быть расположен в другом месте лесозаготовительной машины 110.

Как показано на фиг. 1, захватно-срезающее устройство 100 содержит по меньшей мере два подающих ролика 101, выполненных с возможностью взаимодействия для подачи ствола дерева (не показано) через захватно-срезающее устройство и по меньшей мере одно режущее устройство 102, выполненное для срезания ствола дерева. Захватно-срезающее устройство дополнительно содержит радиолокационное устройство 103. Радиолокационное устройство (103) содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика и одну антенну радиолокационного приемника. Захватно-срезающее устройство дополнительно содержит устройство для приема параметров 160 ствола дерева. Устройство для приема параметров 160 предназначено для определения длины ствола дерева. Устройство для приема параметров ствола дерева также может быть предназначено для определения других характеристик ствола дерева, таких как диаметр и/или состояние ствола дерева. Фиг. 2 представляет вид спереди вертикально ориентированного захватно-срезающего устройства 100 в соответствии с настоящим изобретением. Захватно-срезающее устройство 100 имеет основной корпус 108, несущий по меньшей мере два подающих ролика 101. Основной корпус 108 дополнительно содержит по меньшей мере одно режущее устройство 102. В приведенном примере основной корпус дополнительно содержит нижний сучкорезный нож 105 и верхнюю пару сучкорезных ножей 104. Возможны другие конфигурации с большим или меньшим количеством сучкорезных ножей или даже без них.

По меньшей мере два подающих ролика 101 предназначены для подачи ствола дерева в продольном направлении через захватно-срезающее устройство 100. Захватно-срезающее устройство может дополнительно содержать по меньшей мере один двигатель 107, предназначенный для приведения в действие подающих роликов, и по меньшей мере один двигатель 106, предназначенный для приведения в действие по меньшей мере одного режущего устройства 102.

Захватно-срезающее устройство 100 может дополнительно содержать гидравлические цилиндры 109 для регулировки подающих роликов 101, например, регулировки давления, создаваемого подающими роликами 101. Нижний сучкорезный нож 105 и верхняя пара сучкорезных ножей 104 могут быть расположены так, чтобы охватывать ствол дерева и срезать сучья со ствола дерева, когда ствол дерева проходит через захватно-срезающее устройство 100. По меньшей мере одно режущее устройство 102 может, например, содержать пилу, пильный диск и/или режущий элемент. По меньшей мере одно режущее устройство может быть выполнено для распиловки ствола дерева на участки определенной длины на основе определения длины ствола дерева устройством для приема параметров 160 ствола дерева.

Радиолокационное устройство 103 может быть расположено в любом месте перед режущим устройством 102, вдоль центральной линии в направлении подачи ствола дерева к захватно-срезающему устройству 100. На фиг. 2 радиолокационное устройство 103 расположено рядом с двумя подающими роликами 101. Как будет подробнее описано ниже, радиолокационное устройство 103 содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика (не показана), выполненную с возможностью передачи радиолокационного сигнала на ствол измеряемого дерева. Радиолокационное устройство 103 дополнительно содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного приемника (не показана), выполненную с возможностью приема радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, в первой и второй точках в ответ на по меньшей мере один переданный радиолокационный сигнал. По меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика может быть выполнена для передачи широкого диапазона частот, и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника может быть выполнена с возможностью выбора конкретной частоты, которую она прослушивает.

В примере осуществления устройство для приема параметров 160 ствола дерева размещено в захватно-срезающем устройстве 100. В соответствии с другим вариантом, устройство для приема параметров 160 ствола дерева частично расположено в захватно-срезающем устройстве 100, и частично - в другой части лесозаготовительной машины 110. Устройство для приема параметров 160 ствола дерева предназначено для определения длины ствола дерева на основе сигнала (сигналов), принятого по меньшей мере одной антенной радиолокационного приемника. Устройство для приема параметров 160 ствола дерева может быть физически соединено с блоком управления 150, тем самым обеспечивая передачу данных между устройством для приема параметров 160 и блоком управления 150. В соответствии с другим вариантом, передача данных между устройством для приема параметров 160 и блоком управления 150 осуществляется беспроводным способом. В качестве дополнительного примера, устройство для приема параметров 160 может быть встроено в блок управления 150. Блок управления 150 может предназначаться для управления, например, режущим устройством 102 и/или по меньшей мере двумя подающими роликами 101 на основе данных, полученных от устройства для приема параметров 160. Блок управления 150 может располагаться в лесозаготовительной машине 110, например, в захватно-срезающем устройстве 100 и/или в задней части 140 лесозаготовительной машины и/или в кабине 130. В соответствии с другим вариантом, блок управления 150 может быть, по меньшей мере, частично размещен во внешнем модуле, например, в компьютере или смартфоне. Например, когда блок управления 150 расположен в лесозаготовительной машине 110, некоторые части блока управления 150 могут быть расположены в захватно-срезающем устройстве 100, а некоторые части могут быть расположены в кабине 130 и/или в задней части 140 лесозаготовительной машины 110. Как упоминалось выше, блок управления 150 предназначен для управления подающими роликами 101 таким образом, чтобы ствол дерева 111 подавался до заданной

длины, установленной на основании определения длины ствола дерева устройством для приема параметров 160. В примере осуществления распиловка ствола дерева косвенно контролируется блоком управления 150, т.е. по меньшей мере одно режущее устройство 102 предназначено для распиловки ствола дерева, когда ствол дерева, подводимый подающими роликами 101, останавливается перед по меньшей мере одним режущим устройством 102. В соответствии с другим вариантом, блок управления 150 контролирует не только подачу ствола дерева подающими роликами 101, но и распиловку, выполняемую режущим устройством 102. Кроме того, блок управления 150 может контролировать верхние сучкорезные ножи 104, нижний сучкорезный нож 105 и/или гидравлические цилиндры 109 для регулировки подающих роликов 101 и т.д. Например, блок управления 150 может контролировать прикладываемое давление и/или положение сучкорезных ножей 104, 105. На фиг. 3 показан пример горизонтально ориентированного захватно-срезающего устройства 100, которое захватывает и обрабатывает ствол дерева 111 в направлении 116 подачи ствола дерева. На фиг. 3 показаны два примера того, где может быть расположено радиолокационное устройство 103. В примере слева на фиг. 3 радиолокационное устройство расположено вблизи режущего устройства 102 захватно-срезающего устройства 100. В примере справа на фиг. 3 радиолокационное устройство расположено вблизи подающих роликов 101. В примерах на фиг. 3 по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника радиолокационного устройства 103 расположены практически перпендикулярно относительно ствола измеряемого дерева 111. В соответствии с другим вариантом, как будет показано в примере далее по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника радиолокационного устройства 103 могут располагаться практически параллельно стволу измеряемого дерева 111. Если радиолокационное устройство 103 расположено практически параллельно стволу измеряемого дерева, радиолокационное устройство 103 может, например, располагаться вблизи режущего устройства 102 захватно-срезающего устройства 100, аналогично примеру расположения радиолокационного устройства 103 слева на фиг. 3.

Фиг. 4 представляет пример системы 200, состоящей из радиолокационного устройства 103, устройства для приема параметров 160 ствола дерева и блока управления 150. Радиолокационное устройство 103 содержит первую и вторую антенны радиолокационного передатчика TX_1, TX_2, первую и вторую антенны радиолокационного приемника RX_1, RX_2. На фиг. 4 показаны две антенны радиолокационного передатчика TX_1, TX_2 и две антенны радиолокационного приемника RX_1, RX_2. Однако количество антенн радиолокационного приемника и передатчика показано только в качестве примера, а система может содержать различное количество антенн передатчика и/или антенн приемника. Радиолокационное устройство 103 соединено с устройством для приема параметров 160 ствола дерева. Устройство для приема параметров 160 предназначено для определения длины ствола дерева. Устройство для приема параметров 160 может дополнительно предназначаться для управления антеннами передатчика. Например, частотой и/или синхронизацией радиолокационного сигнала (сигналов), передаваемого (передаваемых) по меньшей мере одной антенной радиолокационного передатчика TX1, TX2, можно управлять с помощью устройства для приема параметров 160.

Устройство для приема параметров 160 содержит процессор. Процессор может предназначаться для записи информации, относящейся к сегменту сигнала, отраженного в первой точке ствола дерева и сравнения записанного сегмента сигнала с сигналом, отраженным во второй точке ствола дерева. Когда первый сегмент отраженного сигнала соответствует второму отраженному сигналу, он соответствует тому же месту на стволе дерева. На основе такого сравнения определяют длину ствола дерева. Данные, относящиеся к определению длины ствола дерева, могут отправляться в блок управления 150 лесозаготовительной машины 110. Данные, относящиеся к длине ствола дерева, могут передаваться в блок управления 150 через шину данных, такую как шина CAN, или посредством электрического квадратурного сигнала. Устройство для приема параметров 160, относящихся к стволу дерева, выполнено с возможностью определения характерных признаков ствола дерева, то есть отличительные особенности участка ствола дерева.

Характерные признаки ствола дерева основаны на сравнении одного или нескольких показателей сигнала (сигналов), принятого (принятых) от по меньшей мере одной антенны радиолокационного приемника. Показателями могут быть разность фаз и/или частота и/или разница во времени. В примере осуществления переданный радиолокационный сигнал (сигналы) и отраженный радиолокационный сигнал (сигналы) являются синусоидальным сигналом. Характерные признаки ствола дерева могут определяться путем сравнения частотного содержания и/или фазового содержания и/или разности во времени отраженных сигналов. В примере осуществления, радиолокационное устройство 103 содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика и две антенны радиолокационного приемника. По меньшей мере, одна антенна радиолокационного передатчика передает сигнал в направлении ствола измеряемого дерева. В случае двух отдельных антенн радиолокационного приемника сигнал, принятый первой антенной RX_1 радиолокационного приемника, регистрируется устройством для приема параметров 160 ствола дерева. Когда вторая приемная антенна RX_2 регистрирует те же характерные признаки, что и характерные признаки, зарегистрированные первой приемной антенной RX_1, можно сделать вывод, что ствол дерева переместился из первой точки во вторую точку. Таким образом, ствол дерева прошел

расстояние, соответствующее расстоянию между первой и второй точками. Для измерения большего расстояния, такого как весь ствол дерева, выполняется множество измерений расстояний между первой и второй точками, которые затем суммируются. Блок управления 150 может быть выполнен таким образом, что длина срезаемого ствола дерева задается в блоке управления 150. Такое предварительное значение длины может задаваться оператором в блоке управления 150. Предварительное значение может основываться на измерении (измерениях) диаметра и/или наличии, например, гнили в стволе дерева, выявленной радиолокационным устройством 103. В качестве дополнительного варианта, блок управления 150 может, основываясь на длине и/или диаметре и/или состоянии ствола дерева, определить соответствующие длины, на которые следует распилить ствол дерева, чтобы получить как можно больше пригодной для использования древесины.

Блок 150 может предназначаться для управления, по меньшей мере, одним двигателем, который приводит в действие по меньшей мере одно режущее устройство 102, и/или управления двигателем 107, который приводит в действие по меньшей мере два подающих ролика 101 на основе данных, полученных от устройства для приема параметров 160 ствола дерева. Результаты определения длины могут быть использованы блоком управления 150 для контроля подачи ствола дерева подающими роликами 101 в определенном положении в захватно-срезающее устройство 100, например, в положение перед, по меньшей мере, одним режущим устройством 102. Результаты измерения диаметра могут использоваться блоком управления 150 для контроля прикладываемого давления, и/или положения верхних сучкорезных ножей 104 и/или нижнего сучкорезного ножа 105.

В первом примере, когда характерные признаки относятся к частоте, радиолокационный сигнал передается в направлении ствола дерева по меньшей мере одной антенной радиолокационного передатчика. Чем ниже частота передаваемого радиолокационного сигнала, тем дальше радиолокационный сигнал проникает в материал ствола дерева. Частота радиолокационного сигнала, отраженного стволом дерева, т.е. частота, на которую реагирует материал ствола дерева, принимается по меньшей мере одной антенной радиолокационного приемника. Когда характерные признаки связаны с частотой, ее можно измерить на поверхности и/или в толще ствола дерева. Когда характерные признаки связаны с частотой, их можно получить по данным плотности, влажности, годичных колец, гнили древесного ствола и т.д.

Во втором примере, когда характерные признаки относятся к разности фаз, радиолокационный сигнал передается в направлении ствола дерева по меньшей мере одной передающей антенной. Радиолокационный сигнал может быть достаточно высокой частоты, чтобы отражаться от поверхности ствола дерева. Следовательно, радиолокационный сигнал будет отражаться от поверхности ствола дерева, и отраженный сигнал будет состоять из нескольких фаз, которые представляют разную высоту поверхности ствола дерева. Таким образом, разности фаз отражают поверхностную структуру материала. Когда характерные признаки связаны с разностью фаз, можно измерить поверхность ствола дерева. Когда характерные признаки связаны с разностью фаз, их можно получить по данным шероховатости поверхности ствола дерева. Следовательно, для определения длины используется неровная и шероховатая поверхность ствола дерева.

Частота радиолокационного сигнала, используемого при проникающих измерениях, т.е. при измерениях в толще ствола дерева, составляет <10 ГГц. Частота радиолокационного сигнала, используемого при измерениях на поверхности, т.е. при измерениях, когда радиолокационный сигнал отражается от поверхности ствола дерева, составляет >10 ГГц.

На фиг. 5 а показан пример конфигурации с первой и второй антенной радиолокационного передатчика TX_1, TX_2 и первой и второй антенной радиолокационного приемника RX_1, RX_2. Первая и вторая антенны радиолокационного передатчика TX_1, TX_2, а также первая и вторая антенны радиолокационного приемника RX_1, RX_2 выполнены с возможностью передачи и приема сигналов соответственно к/от ствола дерева. Первая антенна радиолокационного приемника RX_1 предназначена только для прослушивания сигналов, передаваемых первой антенной радиолокационного передатчика TX_1, а вторая антенна радиолокационного приемника RX_2 предназначена только для прослушивания сигналов, передаваемых второй антенной радиолокационного передатчика TX_2. В конфигурации, представленной на фиг. 5а, расстояние и угол между первой антенной радиолокационного передатчика TX_1 и первой антенной радиолокационного приемника RX_1 такие же, как расстояние и угол между второй антенной радиолокационного передатчика TX_2 и второй антенной радиолокационного приемника RX_2. Как видно на фиг. 5а, первая антенна радиолокационного приемника RX_1 выполнена с возможностью приема сегмента сигнала, отраженного в первой точке 114, определяемой геометрией первой антенны радиолокационного передатчика TX_1, первой антенны радиолокационного приемника RX_1 и поверхности ствола дерева 112.

Принятый сегмент сигнала соответствует характерным признакам и может регистрироваться в процессоре устройства для приема параметров 160. Когда те же характерные признаки, т.е. соответствующие второй точке 115, определяемые геометрией второго радиолокационного передатчика TX_2, второго радиолокационного приемника RX_2 и ствола дерева, регистрируется второй приемной антенной RX_2, это означает, что ствол дерева прошел расстояние, соответствующее расстоянию между первой точкой 114 и второй точкой 115.

В конфигурации, представленной на фиг. 5а, первая и вторая антенны радиолокационного прием-

ника RX_1, RX_2, а также первая и вторая антенны радиолокационного передатчика TX_1, TX_2 расположены практически перпендикулярно стволу измеряемого дерева. В этой конфигурации радиолокационное эхо, т.е. отраженный сигнал, принятый первой и второй антеннами радиолокационного приемника, RX_1, RX_2, может относиться к разности фаз и/или к частоте. На фиг. 5c представлен пример характерных признаков, относящихся к частоте. Когда характерные признаки относятся к частоте, амплитуда отраженного сигнала определенной частоты используется для того, чтобы сравнить сигналы, принятые первой и второй антеннами радиолокационного приемника RX_1, RX_2 соответственно. По конфигурации, проиллюстрированной на фиг. 5a, можно выполнять измерения не только на поверхности ствола дерева 112, но также дополнительно внутри материала, т.е. в толще ствола дерева 113. Следовательно, в дополнение к определению длины ствола дерева также могут быть определены другие свойства ствола дерева, такие как гниение, толщина коры и т.д. При определении свойств толщи ствола дерева измеряют частоту отраженного сигнала. Изменение среды приводит к появлению эха передаваемого сигнала. Отраженный радиолокационный сигнал, т.е. эхо, возникает, когда изменяется диэлектрическое сопротивление материала, например, когда радиолокационный сигнал поступает на ствол дерева из атмосферы или, когда радиолокационный сигнал переходит от здоровой древесины к гнилой древесине. Чем больше разница в диэлектрическом сопротивлении, тем сильнее будет отраженный радиолокационный сигнал. Так, радиолокационное эхо, когда сигнал переходит от дерева к воздуху, больше, чем изменения качества древесины внутри ствола дерева. Таким образом, можно определить диаметр ствола дерева, поскольку радиолокационное эхо возникает, когда сигнал передается в ствол дерева, и когда он принимается обратно от ствола дерева.

В качестве дополнительного примера, качество ствола дерева, такое как гниение древесины, толщина коры и т.д., может быть определено с помощью современных методов, таких как нейронные сети.

На фиг. 6a представлен другой пример конфигурации, содержащей общую антенну радиолокационного передатчика TX, а также первую антенну радиолокационного приемника RX_1 и вторую антенну радиолокационного приемника RX_2. Общая антенна передатчика и первая и вторая антенны радиолокационного приемника настроены для передачи и приема сигналов соответственно к/от ствола дерева. В этой конфигурации как первая, так и вторая антенны радиолокационного приемника RX_1, RX_2 предназначены для прослушивания сигналов, передаваемых общей антенной радиолокационного передатчика TX. Первая антенна радиолокационного приемника RX_1 выполнена с возможностью приема сегмента сигнала, отраженного в первой точке 114, определяемой геометрией первого радиолокационного передатчика TX_1, первого радиолокационного приемника RX_1 и ствола дерева. Принятый сегмент сигнала может регистрироваться в процессоре устройства для приема параметров 160. Когда те же характерные признаки, т.е. сегмент сигнала, соответствующий второй точке 115, определяемой геометрией первого радиолокационного передатчика TX_1, первого радиолокационного приемника RX_1 и ствола дерева, регистрируется второй приемной антенной RX_2; можно сделать вывод, что ствол дерева переместился из первой точки 114 во вторую точку 115. Таким образом, ствол дерева прошел расстояние, соответствующее расстоянию между первой и второй точками.

Как показано на фиг. 6a, первая и вторая антенны радиолокационного приемника RX_1, RX_2 и общая антенна радиолокационного передатчика TX расположены практически перпендикулярно стволу измеряемого дерева. В этой конфигурации радиолокационное эхо, т.е. принятый сигнал, может относиться к разности фаз. С помощью этой конфигурации можно выполнять измерения поверхности ствола дерева 112, такие как определение длины, но не измерения толщи ствола дерева. Как показано на фиг. 6b, с помощью общей антенны радиолокационного передатчика TX расстояние до точки на стволе дерева может рассчитываться время-пролетным методом. Таким образом, положение точки на стволе дерева, т.е. характерные признаки, могут постоянно рассчитываться устройством для приема параметров 160, поскольку известны длины трех сторон треугольника a, b и c, образованного приемными антеннами RX_1, RX_2. Определение/расчет характерных признаков может быть выполнен устройством для приема параметров ствола дерева 160.

Фиг. 7 представляет еще один пример конфигурации, содержащей одну антенну радиолокационного передатчика TX, и одну антенну радиолокационного приемника RX. В этой конфигурации антенна радиолокационного приемника RX и антенна радиолокационного передатчика TX радиолокационного устройства 103 расположены практически параллельно продольному направлению, т.е. вдоль ствола измеряемого дерева. Как показано на фиг. 7, радиолокационные сигналы отражаются от поверхностной структуры 112 ствола дерева в ответ на радиолокационный сигнал, передаваемый антенной радиолокационного передатчика TX. Отражение в поверхностной структуре происходит на поверхностях, которые расположены в плоскости, обращенной к антенне радиолокационного передатчика TX. В этом примере измеряется фаза отраженных радиолокационных сигналов, принимаемых антенной радиолокационного приемника RX.

На фиг. 7 область обзора 118 представляет область, которая обнаруживается антенной радиолокационного приемника RX. Как показано на фиг. 7, ствол дерева переместился на длину Δd на нижнем рисунке относительно верхнего рисунка. Синусоидальный сигнал показывает, как изменяется фаза отраженного радиолокационного сигнала при движении ствола дерева относительно антенны радиолокаци-

онного передатчика TX. В примере на фиг. 7 есть три разных отраженных радиолокационных сигнала, но разность фаз отраженных радиолокационных сигналов практически одинакова. Однако, в качестве примера, для устранения возможных ошибок измерения может быть рассчитано среднее значение для всех разностей фаз. Для преобразования разности фаз в длину можно использовать следующую формулу:

$$\Delta d=(\Delta\Phi\times\lambda)/4\pi,$$

где Δd - длина,

$\Delta\Phi$ - разность фаз, а

λ - длина волны радиолокационного сигнала.

Причина, по которой $\Delta\Phi\times\lambda$ делится на 4π, а не на 2π, заключается в том, что разность фаз дублируется, поскольку сигнал радара смещается на ту же величину, когда он отражается от ствола дерева на антенну радиолокационного приемника RX, что и при его передаче с антенны радиолокационного передатчика TX на ствол дерева. Как упоминалось выше, устройство для приема параметров 160 ствола дерева предназначено для определения разности фаз и, исходя из этого, определения длины ствола.

В этой конфигурации также возможно использовать одновременное расположение множества антенн радиолокационного приемника. За счет использования множества антенн радиолокационного приемника достигается избыточная дискретизация, что повышает точность определения длины. Другая возможность заключается в использовании множества антенн радиолокационного передатчика в сочетании с множеством антенн радиолокационного приемника для дальнейшего повышения точности измерений.

Важно отметить, что пример представленный на фиг. 7, отличается от эффекта Доплера, который является способом измерения скорости движущегося объекта. При измерении эффекта Доплера, сигнал частоты передается от антенны передатчика, при этом приемной антенной измеряется изменение частоты, т.е. увеличение или уменьшение частоты из-за скорости движущегося объекта относительно антенны передатчика. Вместо этого, в примере, показанном на фиг. 7, можно отслеживать точки поверхности ствола дерева по мере того, как они приближаются или удаляются от работающей антенны передатчика.

Описанное выше радиолокационное устройство 103 может также использоваться для повторного определения длины и/или для определения конечного положения ствола дерева, устанавливая, когда, например, корень ствола дерева проходит датчик. Принцип работы такого датчика может быть аналогичен принципу работы фотоэлектрического датчика. Фотоэлектрический датчик может находиться на захватно-срезающем устройстве 100 вблизи режущего устройства 102 и содержать источник света, предназначенный для излучения света в виде узкого светового луча. В фотоэлектрическом датчике также имеется фотоэлемент, предназначенный для обнаружения входящего света. Когда обнаруженный свет превышает заданное значение, как показано на фиг. 8a, датчик настроен на генерацию высокого сигнала, а когда свет не отражается, генерируется низкий сигнал. Тот же принцип для определения конечного положения ствола дерева может быть выполнен с помощью радиолокационного устройства. Такая система может содержать антенну радиолокационного передатчика и антенну радиолокационного приемника. Если радиолокационный сигнал передается в направлении ствола дерева, вызывая сигнал, отраженный от ствола дерева, то понятно, что ствол дерева находится перед антенной радиолокационного передатчика. Если переданный сигнал не создает отраженный сигнал, значит, перед антенной радиолокационного передатчика нет ствола дерева. Однако точность при использовании радиолокационного устройства составляет <1 см, что недостаточно.

На фиг. 8b представлена конфигурация общей антенны передатчика TX и двух антенн радиолокационного приемника RX_1, RX_2. С помощью этой конфигурации можно рассчитать место на стволе дерева, откуда исходит сигнал путем триангуляции таким же образом, как это делается в случае общей антенны передатчика TX, как описано выше в примере на фиг. 6b. В другом примере также возможно определить, где в продольном направлении фактически находится конечная точка 117 ствола дерева, например, корень. Определяют разность фаз между сигналом, принимаемым первой антенной радиолокационного приемника RX_1, и сигналом, принимаемым второй антенной радиолокационного приемника RX_2. Таким образом, устанавливается разница в длине между расстоянием от первой антенны радиолокационного приемника RX_1 до конечного положения, а также от второй антенны радиолокационного приемника RX_2 до конечного положения, т.е. длины b и c треугольника на фиг. 8b. Поскольку расстояние a между первой антенной RX_1 и RX_2 приемника радара известно, можно вычислить углы треугольника и тем самым определить конечное положение ствола дерева 117. В качестве примера, путем передачи результата конечного положения в блок управления 150 возможно управлять скоростью подачи подающими роликами так, чтобы скорость подачи замедлялась при приближении к конечному положению ствола дерева, таким образом, чтобы подача была не слишком быстрой, и ствол дерева выбрасывался из захватно-срезающего устройства 100. Фиг. 9 демонстрирует этапы способа 300 для определения длины ствола дерева. Способ включает передачу радиолокационного сигнала на ствол измеряемого дерева (S31), прием радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, в первой и второй точках в ответ на переданный радиолокационный сигнал (S32), причем первая и вторая точки являются разными точками. Способ дополнительно включает определение характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке (S33), идентификацию выявленных характерных признаков ствола дерева после

перемещения участка ствола дерева во вторую точку (S34), на основе чего производится определение длины ствола дерева (S35).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Захватно-срезающее устройство (100) лесозаготовительной машины (110), в котором захватно-срезающее устройство содержит по меньшей мере одно режущее устройство (102), по меньшей мере два подающих ролика (101) и радиолокационное устройство (103), отличающееся тем, что радиолокационное устройство (103) содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика, выполненную с возможностью передачи сигнала на ствол измеряемого дерева, по меньшей мере две антенны радиолокационного приемника, выполненные с возможностью получения радиолокационного сигнала, который отразился, по меньшей мере, в первой (114) и во второй точке (115) в ответ на переданный радиолокационный сигнал, при этом первая и вторая точки находятся в разных местах, а также содержит устройство для приема параметров (160) ствола дерева, основанных на сигнале (сигналах), отраженных в первой (114) и второй точках (115), при этом устройство для приема параметров ствола дерева выполнено с возможностью определения характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке, идентификации выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку, на основе чего определяется длина ствола дерева.

2. Захватно-срезающее устройство (100) по п.1, отличающееся тем, что по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика содержит первую и вторую антенны радиолокационного передатчика, и по меньшей мере две антенны радиолокационного приемника содержат первую и вторую антенны радиолокационного приемника, при этом первая антенна радиолокационного приемника выполнена с возможностью приема отраженного сигнала от первой антенны радиолокационного передатчика, отраженного в первой точке, а вторая антенна радиолокационного приемника выполнена с возможностью приема отраженного сигнала от второй антенны радиолокационного передатчика, отраженного во второй точке.

3. Захватно-срезающее устройство (100) по п.2, отличающееся тем, что расстояние между первой антенной радиолокационного передатчика и первой антенной радиолокационного приемника равно расстоянию между второй антенной радиолокационного передатчика и второй антенной радиолокационного приемника.

4. Захватно-срезающее устройство (100) по п.2 или 3, отличающееся тем, что угол между первой антенной радиолокационного передатчика и первой антенной радиолокационного приемника равен углу между второй антенной радиолокационного передатчика и второй антенной радиолокационного приемника.

5. Захватно-срезающее устройство (100) по п.1, отличающееся тем, что по меньшей мере две антенны радиолокационного приемника содержат первую и вторую приемные антенны, каждая из которых выполнена с возможностью приема отраженного сигнала от той же антенны радиолокационного передатчика.

6. Захватно-срезающее устройство (100) по п.5, отличающееся тем, что расстояние от точки на стволе дерева до по меньшей мере двух приемных антенн определяется время-пролетным методом.

7. Захватно-срезающее устройство (100) по п.5, отличающееся тем, что конечное положение (117) ствола дерева определяется время-пролетным методом.

8. Захватно-срезающее устройство (100) по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что отраженный сигнал, полученный в ответ на переданный сигнал, относится к частоте.

9. Захватно-срезающее устройство (100) по любому из пп.1-7, отличающееся тем, что отраженный сигнал, полученный в ответ на переданный сигнал, относится к разности фаз.

10. Захватно-срезающее устройство (100) по любому из пп.1-9, отличающееся тем, что по меньшей мере одна антенна радиолокационного передатчика и по меньшей мере две антенны радиолокационного приемника расположены практически перпендикулярно относительно продольного направления ствола измеряемого дерева.

11. Захватно-срезающее устройство (100) по любому из пп.1-10, дополнительно содержащее двигатель (106), предназначенный для приведения в действие по меньшей мере одного режущего устройства (102), и по меньшей мере один двигатель (107), предназначенный для приведения в действие подающих роликов (101).

12. Захватно-срезающее устройство лесозаготовительной машины (110), в котором захватно-срезающее устройство содержит по меньшей мере одно режущее устройство (102), по меньшей мере два подающих ролика (101) и радиолокационное устройство (103), отличающееся тем, что радиолокационное устройство (103) содержит по меньшей мере одну антенну радиолокационного передатчика, выполненную с возможностью передачи сигнала на ствол измеряемого дерева, по меньшей мере одну антенну радиолокационного приемника, выполненную с возможностью получения радиолокационного сигнала, отраженного от ствола дерева, и устройство для приема параметров (160) ствола дерева, основанных на сигналах, отраженных от ствола дерева, при этом по меньшей мере одна антенна радиолокационного

передатчика и по меньшей мере одна антенна радиолокационного приемника расположены практически параллельно продольному направлению ствола измеряемого дерева, и при этом устройство для приема параметров ствола дерева выполнено с возможностью определения разности фаз отраженных сигналов, полученных в ответ на переданный сигнал, на основе чего определяется длина ствола дерева.

13. Захватно-срезающее устройство (100) по п.12, дополнительно содержащее двигатель (106), предназначенный для приведения в действие по меньшей мере одного режущего устройства (102), и по меньшей мере один двигатель (107), предназначенный для приведения в действие подающих роликов (101).

14. Лесозаготовительная машина (110), имеющая стрелу крана (120), в которой стрела крана содержит захватно-срезающее устройство (100) по любому из пп.1-13, расположенное на свободном конце стрелы крана.

15. Лесозаготовительная машина (110) по п.14, отличающаяся тем, что устройство для приема параметров (160) ствола дерева содержит по меньшей мере один процессор, установленный в захватно-срезающем устройстве (100) и/или в лесозаготовительной машине (110), для определения длины ствола дерева.

16. Лесозаготовительная машина (110) по п.15, отличающаяся тем, что процессор выполнен с возможностью:

записи информации, относящейся к сегменту сигнала, отраженного в первой точке (114) и принятого по меньшей мере одной антенной радиолокационного приемника,

сравнения записанного сегмента сигнала с сигналом, отраженным во второй точке (115), и когда первый сегмент отраженного сигнала соответствует второму отраженному сигналу, он соответствует тому же месту на стволе дерева, и

определения длины ствола дерева на основе такого сравнения.

17. Лесозаготовительная машина (110) по п.16, отличающаяся тем, что записанная информация, относящаяся к сегменту отраженного сигнала, относится к разности фаз и/или разности во времени и/или частоте.

18. Лесозаготовительная машина (110) по любому из пп.14-17, дополнительно содержащая блок управления (150), предназначенный для управления, по меньшей мере, двигателем (106), который приводит в действие по меньшей мере одно режущее устройство (102), и/или двигателем (107), который приводит в действие по меньшей мере два подающих ролика, (101) на основании данных определения длины, полученных от устройства для приема параметров (160) ствола дерева.

19. Способ (300) определения длины ствола дерева лесозаготовительной машиной, содержащей захватно-срезающее устройство по любому из пп.1-13, включающий следующие этапы:

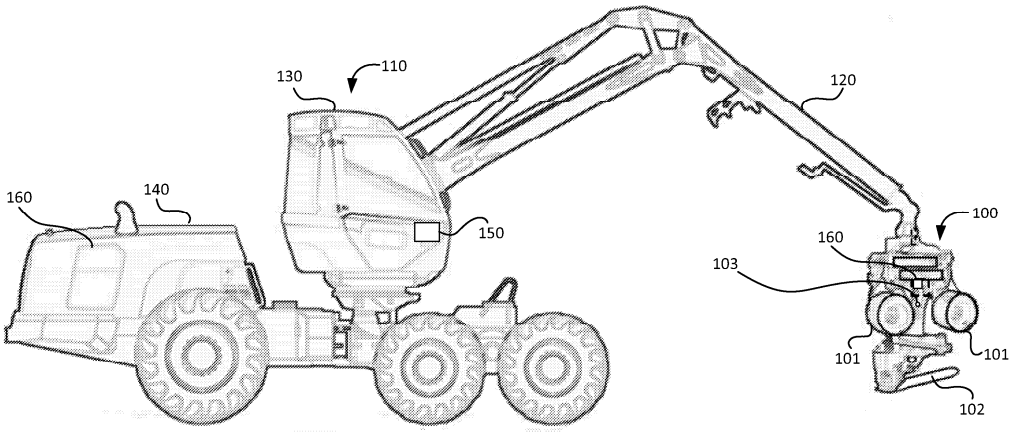
передача радиолокационного сигнала на ствол измеряемого дерева (S31),

прием радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, в первой (114) и второй (115) точках в ответ на переданный радиолокационный сигнал, причем первая и вторая точки являются разными точками (S32),

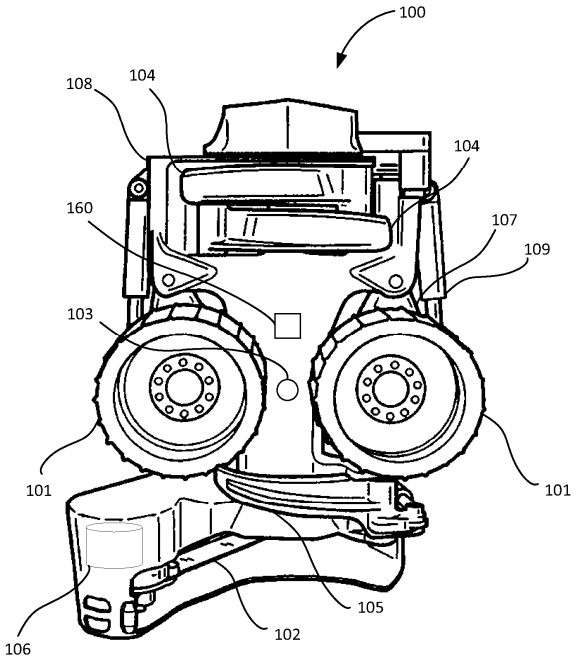
определение характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке (S33),

идентификация выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку (S34) и

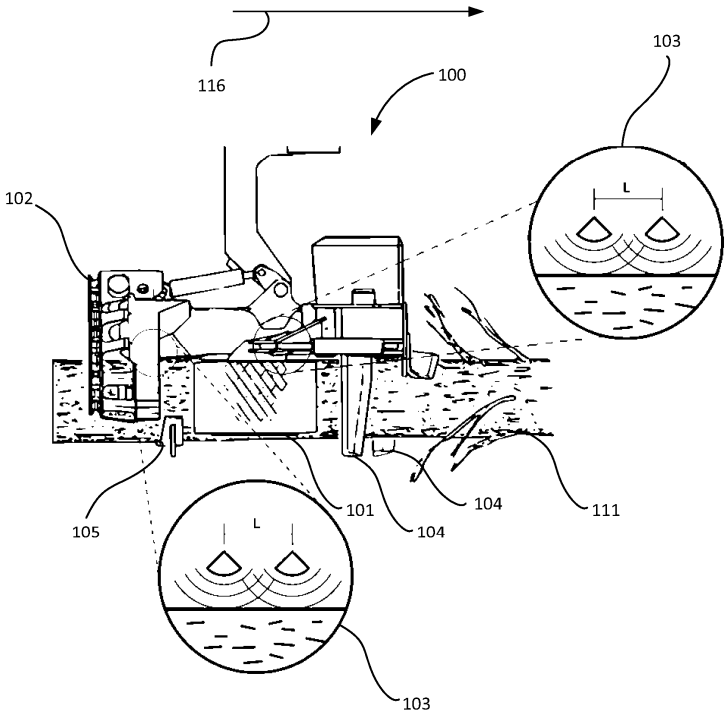
определение длины ствола дерева на основе этих этапов (S35).



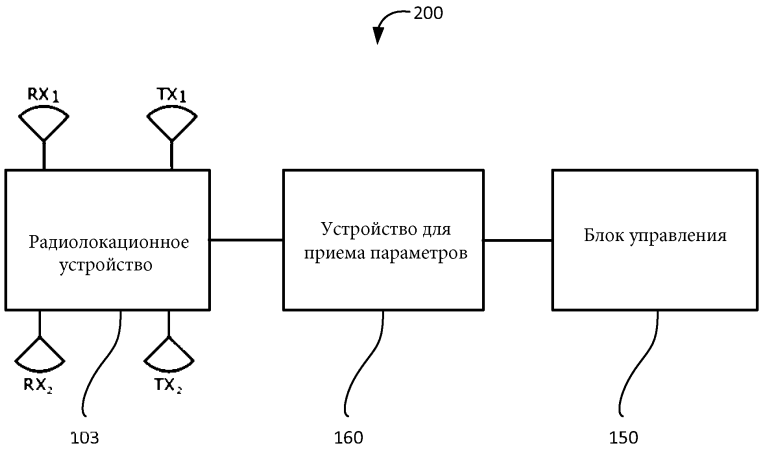
Фиг. 1


100
108
104
104
160
107
109
103
101
101
105
102
106

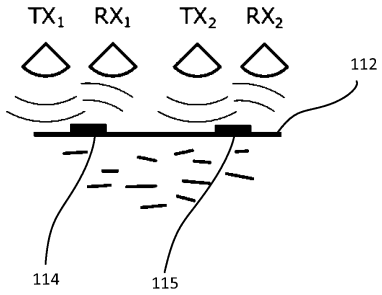
Фиг. 2


116
100
103
L
102
101
104
104
111
105
L
103

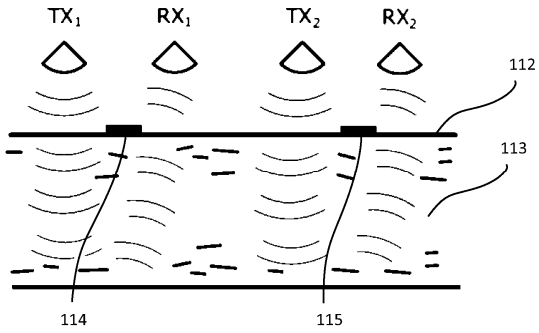
Фиг. 3



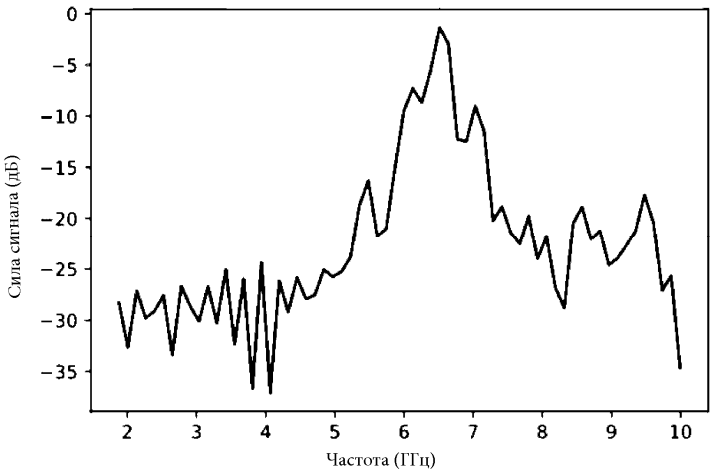
Фиг. 4



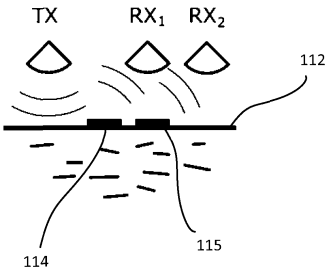
Фиг. 5a



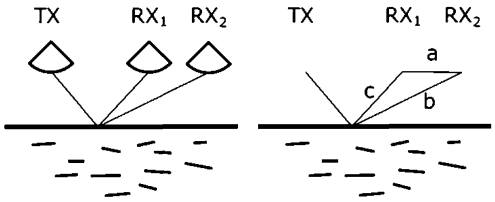
Фиг. 5b



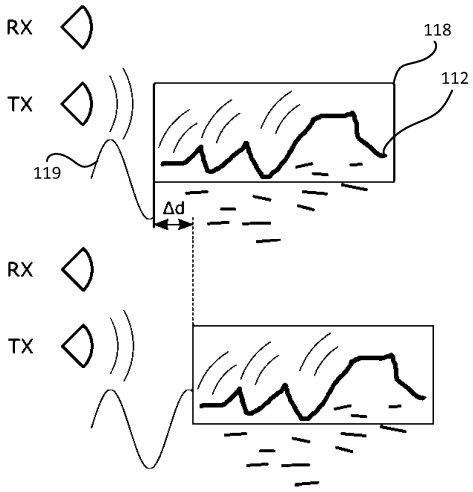
Фиг. 5c



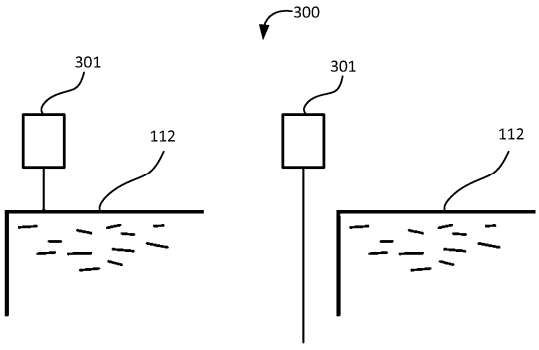
Фиг. 6a



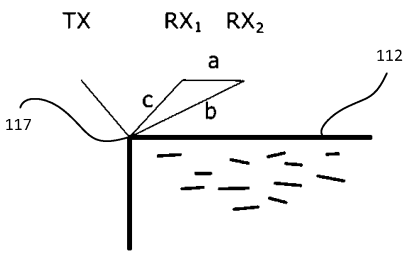
Фиг. 6b



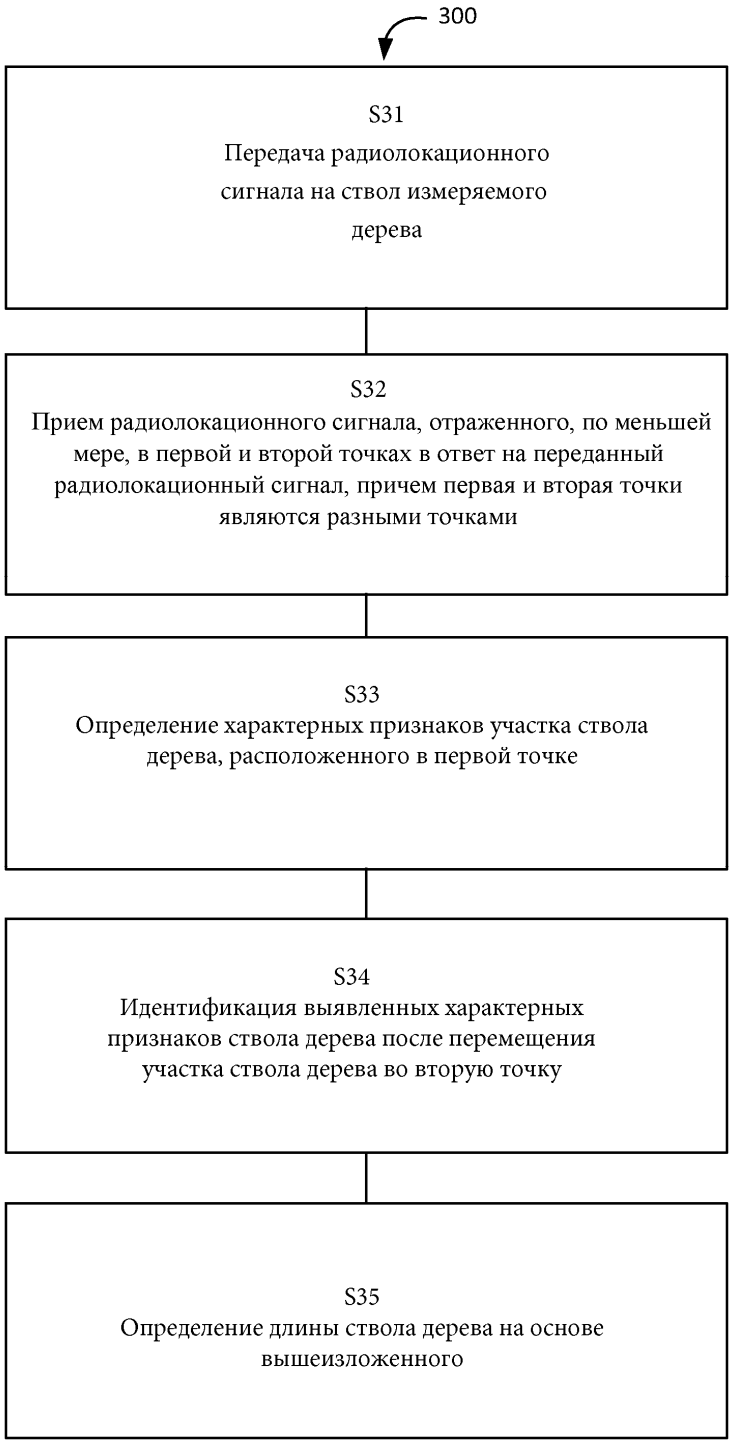
Фиг. 7



Фиг. 8a



Фиг. 8b


300
S31
Передача радиолокационного сигнала на ствол измеряемого дерева
S32
Прием радиолокационного сигнала, отраженного, по меньшей мере, в первой и второй точках в ответ на переданный радиолокационный сигнал, причем первая и вторая точки являются разными точками
S33
Определение характерных признаков участка ствола дерева, расположенного в первой точке
S34
Идентификация выявленных характерных признаков ствола дерева после перемещения участка ствола дерева во вторую точку
S35
Определение длины ствола дерева на основе вышеизложенного

Фиг. 9