

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039709**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.03

(51) Int. Cl. **B61K 9/08** (2006.01)

(21) Номер заявки
202000159

(22) Дата подачи заявки
2019.01.02

(54) **РЕЛЬСОВОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО И СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ УЧАСТКА РЕЛЬСОВОГО ПУТИ**

(31) **A 29/2018**

(56) **DE-C1-19532104
WO-A2-2017215777
GB-A-2403861**

(32) **2018.02.02**

(33) **AT**

(43) **2020.11.30**

(86) **PCT/EP2019/050013**

(87) **WO 2019/149456 2019.08.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЛАССЕР ЭНД ТОЙРЕР ЭКСПОРТ
ФОН БАНБАУМАШИНЕН ГМБХ
(AT)**

(72) Изобретатель:
Метцгер Бернд (US)

(74) Представитель:
Курышев В.В. (RU)

(57) Заявленное изобретение касается рельсового транспортного средства (2) с рамой (12) рельсового транспортного средства, которая, опираясь на рельсовые ходовые механизмы (4), может перемещаться по рельсам (7) рельсового пути (1), которое включает в себя первую измерительную платформу (5) с первой инерционной измерительной системой (9) для регистрации траектории рельсового пути. При этом на рельсовом транспортном средстве (2) располагается вторая измерительная платформа (14), которая включает в себя вторую инерционную измерительную систему (15) и, по крайней мере, сенсорное устройство (17) для регистрации поверхностных точек (P) участка (18) рельсового пути. С помощью второй измерительной платформы (14) и второй инерционной измерительной системы (15) регистрируется простым образом движение сенсорного устройства (17) в трёхмерном пространстве.

B1

039709

039709

B1

Область техники

Настоящее изобретение касается рельсового транспортного средства, имеющего раму, которая, опираясь на рельсовые ходовые механизмы, может перемещаться по рельсам рельсового пути, и включает в себя первую измерительную платформу с первой инерциальной системой измерения для регистрации траектории рельсового пути. Изобретение касается также способа измерения участка рельсового пути с помощью рельсового транспортного средства.

Область техники

Для надёжного ремонта верхнего полотна рельсового пути необходимо проведение регулярных контролей. При этом применяют рельсовые транспортные средства, которые оборудованы для регистрации действительной геометрии участков рельсового пути. На основе собранных замеренных данных планируются и выполняются мероприятия по ремонтным работам. В качестве измерительных устройств служат различные сенсоры, которые регистрируют как сам рельсовый путь, так и его окружение. Последнее выполняется, например, с помощью систем камер, которые располагаются на рельсовом транспортном средстве.

Для того, чтобы определить траекторию рельсового пути или же относительное положение рельсового пути, используется в современных рельсовых транспортных средствах так называемая инерционная измерительная система (инерционный измерительный блок IMU). Такая инерционная измерительная система описана в журнале Eisenbahningenieur (52) 9/2001 на страницах 6-9. Также в патенте DE 10 2008 062 143 B3 описан принцип инерционной измерительной системы для регистрации положения рельсового пути.

Краткое описание изобретения

В основе заявленного изобретения лежит задача улучшить рельсовое транспортное средство и способ указанного выше типа по сравнению с известным уровнем техники.

В соответствии с заявленным изобретением эта задача решается благодаря признакам пп.1 и 9 формулы изобретения.

Предпочтительные варианты выполнения изобретения описываются в зависимых пунктах формулы.

При этом на рельсовом транспортном средстве располагается вторая измерительная платформа, которая включает в себя вторую инерционную измерительную систему и, по крайней мере, одно сенсорное устройство для регистрации поверхностных верхних точек участка рельсового пути. С помощью второй измерительной платформы и второй инерционной измерительной системы регистрируется простым образом движение сенсорного устройства в трёхмерном пространстве. Зарегистрированные с помощью сенсорного устройства замеренные данные могут точно, таким образом, систематизироваться в пространстве.

Предпочтительно устанавливается непосредственно на рельсовом транспортном средстве компьютер, в который подаются замеренные данные инерционной измерительной системы и сенсорного устройства и который оборудован для трансформации координат поверхностных точек системы координат второй измерительной платформы, перемещающейся вместе с сенсорным устройством, в координатную систему первой измерительной платформы, следующей по траектории рельсового пути. Как результат, зарегистрированные сенсорным устройством поверхностные точки относятся к траектории рельсового пути. Тем самым могут быть сразу же сделаны выводы относительно положения зарегистрированных объектов на траектории рельсового пути.

При другом улучшении заявленного изобретения располагается на рельсовом транспортном средстве вычислительное устройство, которое оборудовано для сравнения координат поверхностных точек в системе координат первой измерительной платформы с заданным профилем участка рельсового пути.

В предпочтительном варианте выполнения изобретения предусмотрено, что первая измерительная платформа располагается на рельсовом ходовом механизме. Это позволяет выполнить просто регистрацию траектории рельсового пути с помощью первой инерционной измерительной системы.

При этом оказывается предпочтительным, если первая измерительная платформа включает в себя измерительную раму, расположенную на осях колёс рельсового ходового механизма, на которой располагается первая инерционная измерительная система. Тем самым движения первой инерционной измерительной системы в трёхмерном пространстве остаются независимыми от подпружиненных относительно движений рельсового ходового механизма. Происходит непосредственная регистрация продольных наклонов рельсового пути.

Для того, чтобы компенсировать поперечные движения или же маятниковые движения рельсового ходового механизма, представляется целесообразным располагать на измерительной раме, по крайней мере, два измерительных устройства для определения положения измерительной рамы по отношению к рельсам рельсового пути. Тем самым непрерывно регистрируется точное положение измерительной рамы по отношению к рельсам и учитывается при определении траектории рельсового пути с помощью первой инерционной измерительной системы.

В одном предпочтительном варианте выполнения изобретения располагается вторая измерительная платформа на торцевой стороне транспортного средства. Таким образом, может регистрироваться не-

большим количеством сенсоров последующая зона окружения рельсового транспортного средства.

При этом оказывается выгодным, если сенсорное устройство включает в себя лазерный сканнер для регистрации поверхностных точек в качестве облака точек. С помощью такого сенсора может реализовываться точная и высоко разрешимая регистрация поверхности рельсового пути и его окружения. Дублированное или же дополнительное вращательное и линейное сканирование повышают при этом точность или же качество замеренных данных.

Заявленный способ измерения участка рельсового пути с помощью указанного выше рельсового транспортного средства предусматривает, что с помощью первой инерционной системы регистрируется траектория рельсового пути, в частности как траектория движения системы координат первой измерительной платформы, что с помощью второй инерционной измерительной системы регистрируется траектория сенсорного устройства, в частности как траектория движения системы координат второй измерительной платформы, и что с помощью сенсорного устройства регистрируются поверхностные точки участка рельсового пути.

При дальнейшем выполнении способа трансформируются координаты поверхностных точек из перемещающейся вместе с сенсорным устройством системы координат второй измерительной платформы в повторяющую траекторию рельсового пути систему координат первой измерительной платформы. Это происходит или в режиме в сети онлайн с помощью находящегося на рельсовом транспортном средстве компьютера, или в режиме не в сети офлайн на удалённой центральной системе.

При предпочтительном дополнительном варианте этапа выполнения способа сравниваются координаты поверхностных точек в системе координат первой измерительной платформы с профилем участка рельсового пути. Таким образом, автоматически опознаются повреждения профиля.

При этом оказывается выгодным, если указывается превышение профиля поверхностной точки в индикаторном устройстве. Это происходит или непосредственно на рельсовом транспортном средстве, или в центральной системе, чтобы иметь возможность избегать опасных ситуаций.

Краткое описание фигур

Заявленное изобретение поясняется ниже на примере его выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи. На фигурах схематически изображено:

- фиг. 1 - рельсовое транспортное средство на рельсовом пути;
- фиг. 2 - трансформация координат;
- фиг. 3 - ситуация с регистрацией на въезде на криволинейный участок пути;
- фиг. 4 - ситуация с регистрацией согласно фиг. 3 с трансформацией координат.

Описание вариантов выполнения изобретения

Для более наглядного пояснения заявленного изобретения показан выброс железнодорожного пути 1 в сильно искажённом виде. Вдоль рельсового пути 1 перемещается рельсовое транспортное средство 2. На переднем рельсовом ходовом механизме 4 размещена первая измерительная платформа 5. Выгодным образом включает в себя эта первая измерительная платформа 5 измерительную раму 6, которая крепится на осях выполненной как поворотная платформа рельсового ходового механизма 4. Дополнительно могут для каждого рельса 7 рельсового пути 1 располагаться два устройства 8 для измерения положения рельсового пути на первой измерительной платформе, чтобы регистрировать относительные перемещения первой измерительной платформы 5 относительно рельсового пути 7. Соответствующее устройство 8 для измерения положения рельсового пути включает в себя, например, лазер, направленный на рельс 7, и камеру для регистрации проекции лазера.

На первой измерительной платформе 5 смонтирована первая инерционная измерительная система 9, которая регистрирует первую пространственную кривую 10 относительно инерционной базовой системы x^1, y^1, z^1 . Эта первая пространственная кривая 10 проходит на известном расстоянии параллельно оси 11 рельсового пути, которая проходит симметрично между внутренними кромками обоих рельсов 7. Тем самым определяется относительная траектория рельсового пути. Система координат x^s, y^s, z^s первой измерительной платформы 5 также перемещается вдоль этой первой пространственной кривой 10. В данном случае происходит регистрация пространственной кривой для каждого рельса 7 рельсового пути 1 с помощью устройств 8 для измерения положения рельсового пути.

Вторая измерительная платформа 14 расположена на торцевой стороне 13 рельсового транспортного средства 2, жёстко соединённая с рамой 12 рельсового транспортного средства. На этой второй измерительной платформе 14 крепится вторая инерционная измерительная система 15 для регистрации второй пространственной кривой 16. Система координат x^s, y^s, z^s второй измерительной платформы 14 перемещается совместно вдоль второй пространственной кривой 16.

В каждой инерционной измерительной системе 9, 15 устанавливаются дополнительно ортогонально три измерителя ускорения и три сенсора для измерения интенсивности вращения. С интегрированием положения рельсового пути определяется на основании замеренных данных интенсивности вращения соответствующей инерционной измерительной системы 9, 15, которые заданы в соответствующей также перемещающейся системе координат x^s, y^s, z^s или же x^s, y^s, z^s , относительное положение по отношению к базовой системе x^1, y^1, z^1 .

Вторая измерительная платформа 14 служит в качестве держателя сенсорного устройства 17, кото-

рое выполнено для регистрации поверхностных точек P контролируемого участка 18 рельсового пути. При этом находятся вдоль участка 18 рельсового пути рядом с рельсовым путём 1 различные объекты, как например, платформа 19, мачта 20, сигнальные устройства 21 и электросеть 22. Благодаря регистрации поверхностных точек P может определяться сначала положение этих объектов 19-22 относительно системы координат x^s, y^s, z^s второй измерительной системы 14.

Сенсорное устройство 17 включает в себя несколько лазерных сканнеров, например два 2D-вращательных сканнера 23 и два 2D-веерных сканнера 24. При известной скорости движения рельсового транспортного средства 2 получается тем самым как результат измерения трёхмерное облако точек. Его разрешающая способность может варьироваться благодаря согласованию степени ошупывания сканнерами 23, 24, а также скорости движения. Координаты отдельных поверхностных точек P этих облаков точек по отношению к системе координат x^s, y^s, z^s второй измерительной платформы 14 накапливаются в компьютере 25.

Далее компьютер 25 оборудован для трансформации координат поверхностных точек P , полученных из перемещающейся вместе сенсорным устройством 17 системы координат x^s, y^s, z^s второй измерительной платформы 14, в систему координат x^g, y^g, z^g первой измерительной платформы 5, копирующую траекторию рельсового пути. При этом учитывается расстояние A между обеими инерционными измерительными системами 9, 15 и известной скоростью движения, чтобы синхронизировать замеренные величины обеих инерционных измерительных систем 9, 15.

Трансформация координат показана на фиг. 2. Система координат x^s, y^s, z^s второй измерительной платформы 14 переводится в систему координат x^g, y^g, z^g первой измерительной платформы 5, при этом инерционная базовая система x^i, y^i, z^i служит в качестве общего базиса.

На примере фигур 3 и 4 поясняется более подробно процесс для поверхностной точки в качестве примера. Рельсовое транспортное средство 2 показано на фиг. 3 в проекции сверху и находится на въезде на криволинейный участок 18 рельсового пути. 2D-вращательный сканнер ошупывает во время движения вперёд рельсовый путь 1 и находящиеся рядом объекты 19-22 в форме спирали. Зарегистрированные при этом поверхностные точки P соответствуют профилю окружения рельсового пути. Это облако точек дополняется поверхностными точками P , которые регистрируются с помощью 2D-веерного сканнера 24. При этом 2D-веерные сканеры 24 направлены на зоны, которые расположены в теневой части обзора 2D-вращательного сканнера 23.

Во время проезда по криволинейному участку пути регистрируют обе инерционные измерительные системы 9, 15 различные пространственные кривые 10, 16. В частности, неточность находящейся перед передним рельсовым ходовым механизмом 4 зоны рельсового транспортного средства вызывает существенное отклонение. На фиг. 4 накладываются друг на друга пространственные кривые 10, 16 на виде сверху, при этом первоначальные точки $0^g, 0^s$ обеих совместно перемещающихся систем координат x^g, y^g, z^g или же x^s, y^s, z^s синхронизируются с помощью известного расстояния A и скорости движения.

Для каждой зарегистрированной поверхностной точки P могут трансформироваться координаты x^s_p, y^s_p в системе координат x^g, y^g, z^g второй измерительной системы 14 в координаты x^g_p, y^g_p в системе координат x^g, y^g, z^g первой измерительной платформы 5. Трансформированные координаты x^g_p, y^g_p соответствующей поверхностной точки P показывают положение относительно траектории рельсового пути или же оси 11 рельсового пути.

Используются результаты трансформации координат, в частности, для контроля профиля светового пространства. При этом оцениваются с помощью вычислительного устройства данные профиля окружения рельсового пути относительно оси 11 рельсового пути. На соответствующей точке контроля учитываются те поверхностные точки P , координаты которых - x (в продольном направлении рельсового пути) в перемещающейся совместно системе координат x^g, y^g, z^g первой измерительной платформы 5 равны нулю. Координаты y и координаты z этих поверхностных точек P сравниваются с граничными значениями выдерживаемого профиля светового пространства. При этом оказывается целесообразным переместить нулевую точку 0^g системы координат x^g, y^g, z^g первой измерительной системы 5 на ось 11 рельсового пути, потому что стандартизированные данные профиля светового пространства аналогично касаются оси 11 рельсового пути.

Превышение профиля светового пространства проявляется тогда, когда поверхностная точка P располагается внутри заданного профиля светового пространства. Соответствующая координата y или же координата z оказывается в таком случае меньше, чем заданное граничное значение профиля светового пространства. Для того, чтобы избежать столкновения указываются превышения профиля светового пространства в центре контроля. Также оказывается целесообразной и моментальная индикация в индикаторном устройстве 26 рельсового транспортного средства 2. При этом самым выгодным образом оборудуется компьютер 25 как индикаторное устройство для сравнения в сети онлайн координат поверхностных точек P с граничными значениями профиля светового пространства.

В частности, генерируются выходные данные при превышении профиля светового пространства, которые соединяют данные положения рельсового пути объекта 19-22, повреждающего просвет, с данными километража контролируемого участка 18 рельсового пути. Таким образом, можно целенаправленно находить каждое проблемное место на участках рельсового пути, чтобы принять соответствующие

меры. При этом располагается на рельсовом транспортном средстве 2 измерительное устройство 27 или приёмник - GNSS. Дополнительно оказывается целесообразным расположенное на рельсовом транспортном средстве 2 устройство для измерения неподвижных точек, чтобы определить абсолютное положение по отношению к находящимся рядом с рельсовым путём 1 неподвижным точкам.

Другое преимущество заявленного изобретения проявляется в том, что с помощью сенсорного устройства 17 также регистрируются одновременно поверхностные точки Р внутренних кромок рельсов. Тем самым может определяться также благодаря описанной трансформации координат траектория рельсового пути. Это может происходить, например, не в сети офлайн после завершения движения с измерением, чтобы проверить с помощью первой измерительной платформы 5 точность зарегистрированной траектории рельсового пути. Заявленное изобретение включает в себя тем самым дублируемые системы для определения траектории рельсового пути.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рельсовое транспортное средство (2) с рамой (12) транспортного средства, которая, опираясь на рельсы (7) рельсового пути (1), может перемещаться на ходовых рельсовых механизмах (4), при этом рельсовое транспортное средство включает в себя первую измерительную платформу (5) с первой инерционной измерительной системой (9) для регистрации траектории рельсового пути и первой пространственной кривой (10), отличающееся тем, что на рельсовом транспортном средстве (2) расположена вторая измерительная платформа (14), которая включает в себя вторую инерционную измерительную систему (15) и по меньшей мере одно сенсорное устройство (17) для регистрации поверхностных точек (Р) участка (18) рельсового пути, при этом с помощью второй измерительной системы (15) регистрируется движение сенсорного устройства (17) в трёхмерном пространстве.

2. Рельсовое транспортное средство (2) по п.1, отличающееся тем, что на рельсовом транспортном средстве (2) расположен компьютер (25), на который направляются замеренные данные инерционных измерительных систем (9, 15) и сенсорного устройства (17) и который оборудован для трансформации координат поверхностных точек (Р) из системы координат (x^s, y^s, z^s) , перемещающейся с сенсорным устройством (17), второй измерительной платформы (14) в систему координат (x^g, y^g, z^g) , повторяющую траекторию рельсового пути, первой измерительной платформы (5).

3. Рельсовое транспортное средство (2) по п.2, отличающееся тем, что на рельсовом транспортном средстве (2) установлено вычислительное устройство, которое оборудовано для сравнения координат поверхностных точек (Р) в системе координат (x^g, y^g, z^g) первой измерительной платформы (5) с заданным профилем светового пространства участка (18) рельсового пути.

4. Рельсовое транспортное средство (2) по одному из пп.1-3, отличающееся тем, что первая измерительная платформа (5) расположена на одном из рельсовых транспортных механизмов (4).

5. Рельсовое транспортное средство (2) по п.4, отличающееся тем, что первая измерительная платформа (5) включает в себя измерительную раму (6), расположенную на осях рельсового ходового механизма (4).

6. Рельсовое транспортное средство (2) по п.5, отличающееся тем, что на измерительной раме (6) расположены, по крайней мере, два устройства (8) для измерения положения рельсового пути с целью определения положения измерительной рамы (6) относительно рельсов (7) рельсового пути (1).

7. Рельсовое транспортное средство (2) по одному из пп.1-6, отличающееся тем, что вторая измерительная платформа (14) расположена на торцевой стороне (13) рельсового транспортного средства (2).

8. Рельсовое транспортное средство (2) по одному из пп.1-7, отличающееся тем, что сенсорное устройство (17) включает в себя лазерный сканнер (23, 24) для регистрации поверхностных точек (Р) в виде облака точек.

9. Способ измерения траектории (18) рельсового пути с помощью рельсового транспортного средства (2) по одному из пп.1-8, отличающийся тем, что

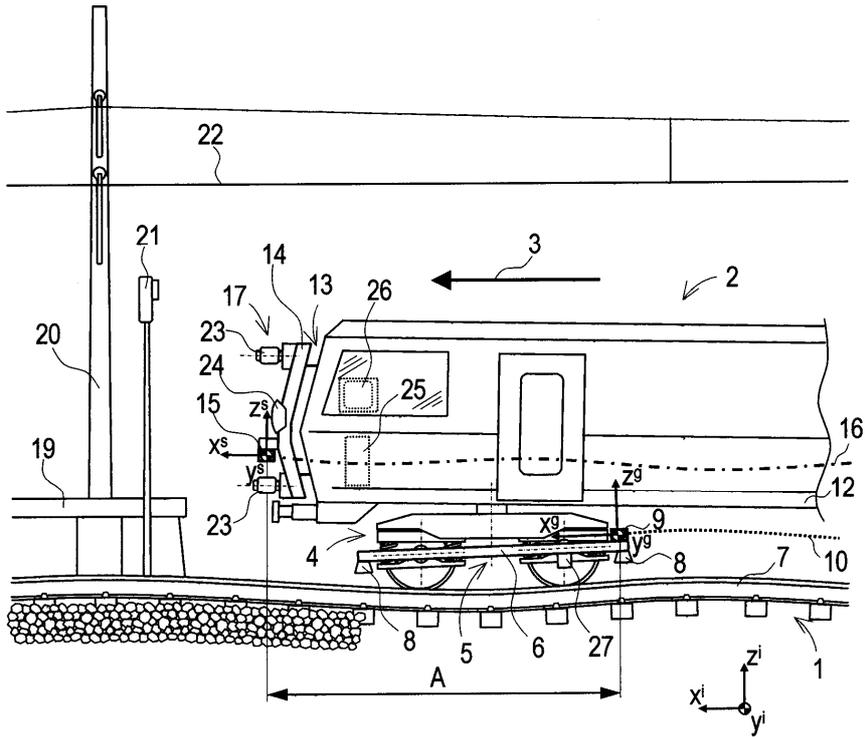
регистрируют с помощью первой инерционной измерительной системы (9) траекторию рельсового пути, в частности, в форме траектории движения системы координат (x^g, y^g, z^g) первой измерительной системы (5), что

регистрируют с помощью второй инерционной измерительной системы (15) траекторию движения сенсорного устройства (17), в частности, в форме траектории движения системы координат (x^s, y^s, z^s) второй измерительной платформы (14) и что регистрируют с помощью сенсорного устройства (17) поверхностные точки (Р) участка (17) рельсового пути.

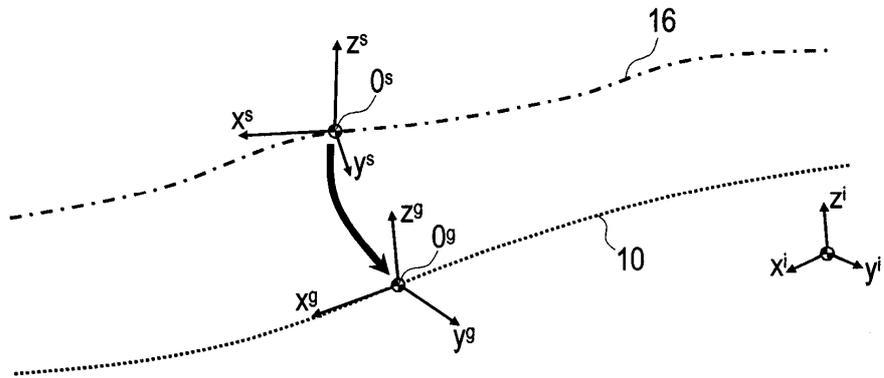
10. Способ по п.9, отличающийся тем, что трансформируют координаты поверхностных точек (Р) из перемещающейся вместе с сенсорным устройством (17) системой координат (x^s, y^s, z^s) второй измерительной платформы (14) в систему координат (x^g, y^g, z^g) первой измерительной системы (5), следующую по траектории рельсового пути.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что сравнивают координаты поверхностных точек (Р) в системе координат (x^g, y^g, z^g) первой измерительной платформы (5) с профилем светового пространства участка (17) рельсового пути.

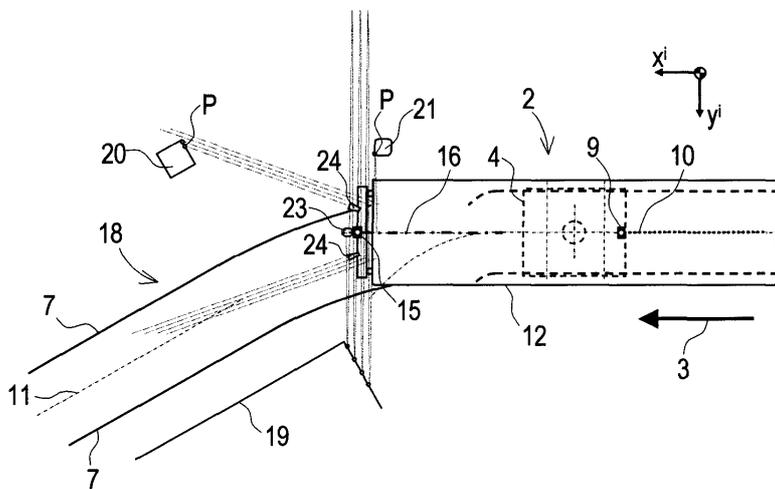
12. Способ по п.11, отличающийся тем, что показывают превышение профиля светового пространства поверхностной точки (P) в индикаторном устройстве (26).



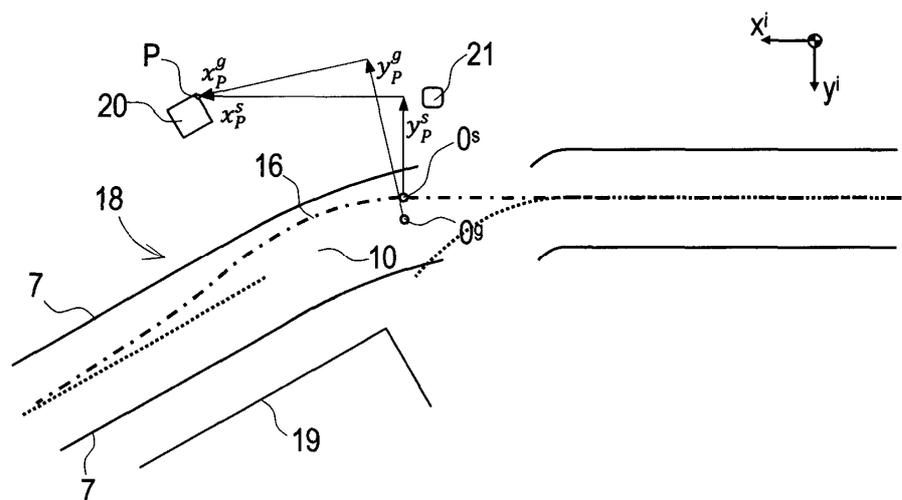
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2