



(51) МПК

B60L 3/12 (2006.01)**B60M 1/13** (2006.01)**B60M 1/12** (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005107335/28, 16.03.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.03.2005

(45) Опубликовано: 10.01.2007 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2120866 C1, 27.10.1998. RU 2137622
C1, 20.09.1999. SU 921900 A1, 23.04.1982. GB
2371121 A, 17.07.2002.

Адрес для переписки:

125047, Москва, Оружейный пер., 3, стр.1, а/я
143, А.О. Ковалеву

(72) Автор(ы):

Кузнецов Алексей Евгеньевич (RU),
Калюжный Виктор Иванович (RU),
Ковалев Алексей Олегович (RU),
Ефремов Игорь Федорович (RU),
Гектин Юрий Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

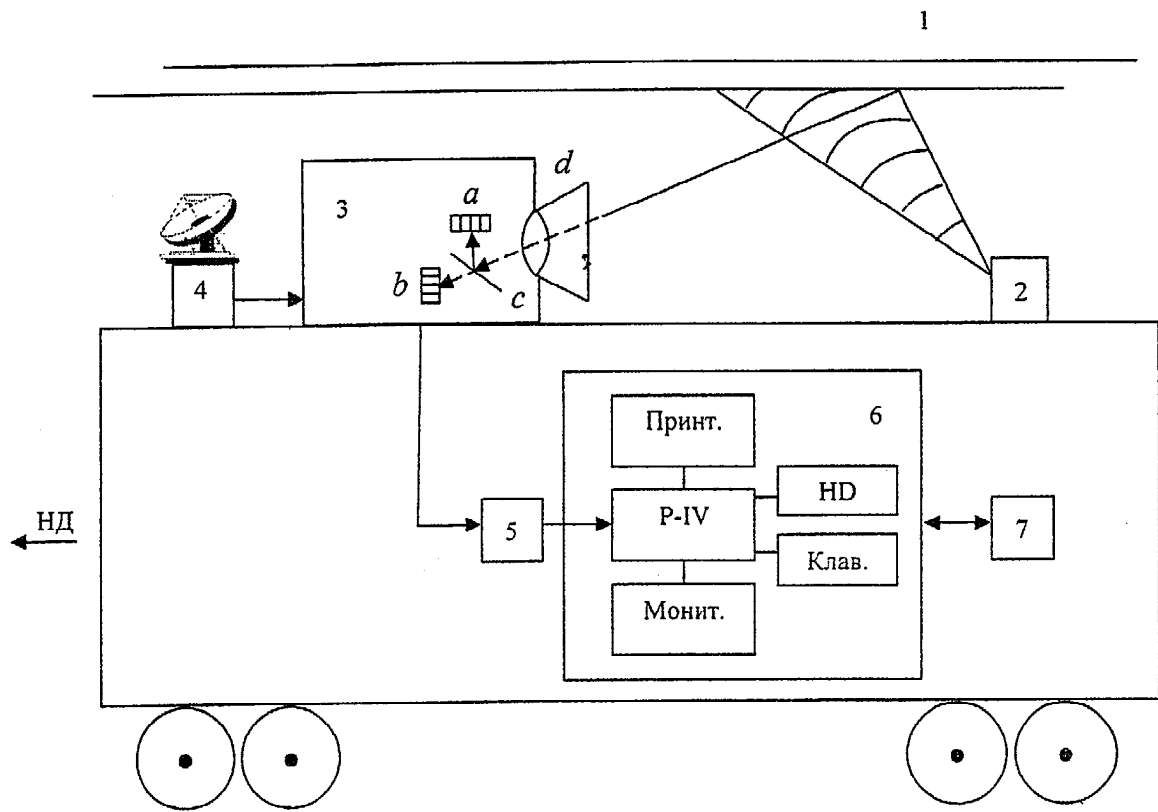
ЗАО "Центр перспективных наукоемких
технологий" (RU)

(54) СПОСОБ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ИЗНОСА КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к дистанционным измерительным системам и предназначено для контроля степени износа двойного контактного провода сети электропитания железнодорожного транспорта. Съёмка осуществляется с помощью сканера высокого пространственного разрешения, состоящего из 2-х ПЗС-линеек, сдвинутых друг относительно друга в строчном направлении на 0,5 элемента и сопряженного с компьютером и GPS-приемником. Определение степени износа каждого провода и выявление мест частичного перегорания провода осуществляется с помощью компьютерной

программы обработки отснятых материалов и визуального анализа особых ситуаций. По результатам анализа и обработки изображения и GPS-данных формируется картографический план с отметками о степени износа провода и таблица измерений, привязанных к длине пройденного вагоном-лабораторией пути. Технический результат - получение объективной информации о возможных местах обрыва токоподводящей контактной сети и выполнение ремонтных мероприятий по замене дефектных участков контактного провода. 4 ил.



НД – направление движения

Фиг. 1

RU 2291066 C2

RU 2291066 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
B60L 3/12 (2006.01)
B60M 1/13 (2006.01)
B60M 1/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2005107335/28, 16.03.2005**

(24) Effective date for property rights: **16.03.2005**

(45) Date of publication: **10.01.2007 Bull. 1**

Mail address:
**125047, Moskva, Oruzhejnyj per., 3, str.1,
a/ja 143, A.O. Kovalevu**

(72) Inventor(s):
**Kuznetsov Aleksej Evgen'evich (RU),
Kaljuzhnyj Viktor Ivanovich (RU),
Kovalev Aleksej Olegovich (RU),
Efremov Igor' Fedorovich (RU),
Gektin Jurij Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**ZAO "Tsentr perspektivnykh naukoemkikh
tehnologij" (RU)**

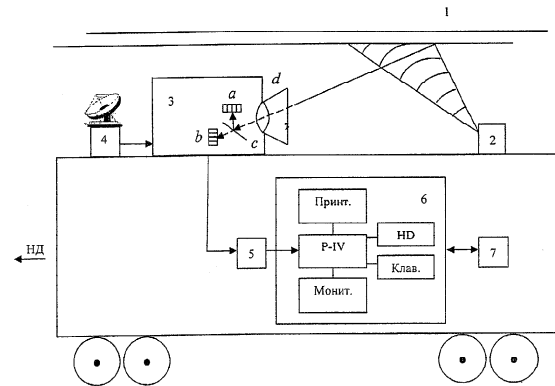
(54) **METHOD OF OPTICAL MONITORING OF WEAR OF CONTACT WIRES**

(57) Abstract:

FIELD: railway transport.

SUBSTANCE: method comprises surveying contact wires by means of a scanner of high spatial resolution made of two CCD-gages shifted one with respect to the other by 0.5 pixel and connected with the computer and GPS-receiver, determining extent of wear of each wire by means of a computer program for processing the results of survey, and preparing a map of sites with marks on the extent of wire wear.

EFFECT: enhanced reliability.
4 dwg



НД – направление движения

Фиг. 1

RU 2 291 066 C2

RU 2 291 066 C2

Изобретение относится к дистанционным измерительным системам и предназначено для определения степени износа контактных проводов электропитания железнодорожного транспорта в составе специализированных вагонов-лабораторий.

Известно устройство для измерения ширины площадки износа контактного провода, состоящее из нескольких телевизионных камер с перекрывающимися полями зрения, расположенных на кронштейне токосъемной лыжи пантографа. Камеры установлены в один ряд, параллельно полозу пантографа ниже уровня линейного осветителя, который, в свою очередь, установлен на этом же кронштейне параллельно лыже токоприемника, но ближе к контактному проводу [1]. Объектом наблюдения каждой телекамеры при движении вагона-лаборатории является светящаяся полоса на контактном проводе. Ширина площадки износа определяется числом ячеек камеры, имеющих повышенную относительно соседних элементов яркость.

Двоичный код, соответствующий условным размерам светящейся полосы, поступает в блок обработки информации на базе-ПЭВМ. В блоке обработки этот код преобразуется в физическую величину (мм), на основе которой рассчитываются сечение и величина износа контактного провода. Результаты измерений в виде набора числовых величин или графика выводятся на печатающее устройство.

Недостатками данного устройства являются:

а) Низкая измерительная точность в продольном направлении при движении вагона-лаборатории на средних и высоких скоростях. Так при частоте кадровой развертки телекамеры 50 Гц и скорости движения 60 км/ч измерения выполняются с шагом 0,3 м. Это не позволяет выявить все дефекты и считать подобный контроль полным.

б) Съёмочная система обладает низкой помехоустойчивостью, поскольку не защищена от действия осадков и пыли.

в) Устройство не обеспечивает привязку к местности материалов съёмки, что крайне усложняет практическое использование результатов измерений.

Другой тип устройства определения степени износа контактного провода рассмотрен в [2], в котором измерение ширины площадки скольжения осуществляется с помощью двух или более оптоэлектронных головок. Каждая головка включает одну линейку приемников с зарядовой связью (ПЗС), регистрирующую отраженную от линейного осветителя излучение. Съёмка контактного провода выполняется одновременно и независимо несколькими оптоэлектронными головками с более высокой частотой сканирования.

В данном устройстве, так же как и в устройстве [1], на вход компьютера обработки от каждой ПЗС-линейки поступают коды, задающие условную ширину площадки износа провода. Коды переводятся в физические величины, которые затем усредняются по числу ПЗС-линеек. При этом разрешающая способность устройства в поперечном направлении меньше [1] и определяется числом фоточувствительных элементов в одной линейке, которое, как правило, равно 1024.

Следует заметить, что в данном устройстве также отсутствует механизм привязки к местности результатов измерений. Кроме того, наличие нескольких независимых оптоэлектронных головок приводит к усложнению и удорожанию аппаратуры, поскольку необходимо обеспечить фотометрическое выравнивание параметров ПЗС-линеек, а также геометрическое совмещение полей зрения всех головок. В противном случае операция осреднения измерений будет выполняться некорректно и не давать повышения точности.

Главным же недостатком рассмотренных устройств является то, что предусмотренный в них механизм измерения ширины полосы скольжения не позволяет выявить места локального утончения провода, в которых происходит его обрыв. Эти участки характеризуются частичным перегоранием провода, вызванным электрической дугой в местах нарушения контакта с токосъемником пантографа, не имеют блестящей и соответственно более яркой поверхности и не регистрируются устройствами. Отсутствие возможности послесенного анализа отснятых изображений и уточнения полученных измерений делают данный недостаток для упомянутых устройств принципиальным.

Целью изобретения является устранение перечисленных недостатков за счет

повышения точности, достоверности измерений и автоматизации процесса их геопривязки на основе компьютерной обработки и анализа снятого во время движения вагона-лаборатории сканерного изображения контактных проводов.

5 Техническим результатом изобретения является обеспечение безаварийной работы железнодорожного транспорта за счет получения объективной информации о возможных местах обрыва токоподводящей контактной сети и принятия своевременных превентивных ремонтных мероприятий по замене дефектных участков контактного провода.

10 Заявленная цель достигается тем, что для сканерной видеосъемки контактной сети (1) вагон-лаборатория оснащается съемочным комплексом, включающим: GPS-приемник (4), сканер (3), плату аналогово-цифрового преобразователя и ввода информации в компьютер (5) и обрабатывающий компьютер (6), фиг.1. Сканер включает две ПЗС-линейки, полупрозрачное зеркало (с), осуществляющее разделение светового потока по ПЗС-линейкам, и объектив с блендой (d), предохраняющей объектив от осадков и посторонних излучений. Сканер, установленный в направлении обратном движению вагона-лаборатории, регистрирует отраженный от контактных проводов световой поток, формируемый излучателем (2). С целью минимизации масштабных искажений, вызванных изменением высоты контактной сети, съемка выполняется под углом на дистанцию 3,3 м. При этом пространственное разрешение в поперечном направлении от одной линейки составит 0,6 мм при средней высоте провиса контактного провода.

20 Каждая ПЗС-линейка содержит 1024 элемента при размерах фоточувствительного приемника 13×13 мкм. Для повышения пространственного разрешения путем послесенансной компьютерной обработки материалов съемки ПЗС-линейки смещены на $1/2$ элемента по строке. Считывание информации с линеек происходит одновременно со скоростью 700 стр./с. За это время при скорости вагона-лаборатории 50 км/ч шаг опроса провода составит 20 мм.

25 Формируемое ПЗС-линейками изображение передается через плату сопряжения в персональный компьютер. При этом в служебную часть строки заносятся текущие географические; координаты вагона и расстояние от начального пункта съемки, поступающие от GPS-приемника. Компьютер (6) имеет конфигурацию, например, не хуже следующей:

- процессор Pentium-IV с производительностью от 2500 МГц;
- оперативная память 2 Гбайта;
- монитор 17";
- цветной струйный принтер;
- 35 - жесткий диск 200 Гбайт, клавиатура, мышь;
- ОС Windows 2000/XP.

Управление процессом съемки и обработки материалов осуществляет оператор комплекса (7), фиг.1.

40 Обследование контактной сети выполняется за два этапа. На первом этапе выполняется съемка намеченного участка, а на втором обработка и анализ отснятых изображений. Скорость движения вагона-лаборатории и длина обследуемого участка выбираются из условия формирования файла изображения объемом 5-7 Гбайт.

45 Процесс съемки во времени иллюстрирует верхняя часть фиг.2. В блоке 1 происходит формирование текущей строки от 2-х ПЗС-линеек. В блоке 2 определяются географические координаты вагона-лаборатории: φ - широта, λ - долгота и расстояние от точки начала съемки L. Эта информация заносится в служебную часть строки изображения и объединенные данные вводятся в оперативную память компьютера (блок 3).

50 Управляющая программа считывает данные из памяти компьютера и выводит на экран монитора новую строку, организуя непрерывное скроллинг снимаемого изображения, и тем самым позволяет наладить контроль процесса съемки (блок 4). Одновременно строка считывается из памяти и записывается на жесткий диск (блок 5). По окончании съемки на жестком диске создается объединенное от двух ПЗС-линеек изображение $B=[b(m, n)]$ всего участка съемки, где m - номер строки, $m = \overline{1, M}$; n - номер столбца, $n = \overline{1, 2N}$; N - число

пикселей в одной ПЗС-линейке;

$$b(m, n) = \begin{cases} b_1(m, n), & n = 1, 3, 5 \dots 2N-1 \\ b_2(m, n), & n = 2, 4, 6 \dots 2N; \end{cases}$$

5 b_1, b_2 - яркости элементов изображения от первой и второй ПЗС-линейек соответственно.

На втором этапе для определения степени износа контактного провода выполняются следующие шаги компьютерной обработки изображения В.

Во-первых, выполняется предварительная обработка изображения В с целью формирования нового изображения В* повышенной разрешающей способности (блок 6).

10 Принцип формирования изображения В* поясняет фиг.3, на которой представлено взаимное расположение элементов изображения m - и строки от первой и второй ПЗС-линейек. Из чертежа следует, что отсчеты b_1, b_2 и b^* связаны между собой формулой:

$$b(m, 1) = b^*(m, 1) + b^*(m, 2), \quad 2b(m, 2) = b^*(m, 2) + b^*(m, 3) \text{ и т.д.}$$

15 Множитель 2 выполняет функцию нормировки, чтобы энергия излучения, приходящаяся на одну из исходящих ПЗС-линейек, была равна энергии нового изображения В*. Формула для определения произвольного элемента В* выглядит следующим образом:

$$b^*(m, n) = 2 \sum_{i=1}^{n-1} (-1)^{i-1} b(m, n-i) + (-1)^{n-1} b^*(m, 1),$$

$$20 \quad b^*(m, 1) = \frac{1}{4} [b(m, 1) + b(m, 2)]$$

Таким образом, в результате предварительной обработки в памяти компьютера формируется новое изображение В* с пространственным разрешением в 2 раза выше, чем то, которое получается при съемке одной ПЗС-линейкой, и равным 0,3 мм.

25 Во время второго шага обработки (блок 7, фиг.2) на снимке В* выделяются изображения двух контактных проводов. С помощью порогового алгоритма распознается более яркий участок каждого провода, соответствующий полосе износа, и подсчитывается ширина провода и ширина площадки скольжения. Для повышения точности вычислений полученные измерения сглаживаются по методу наименьших квадратов в скользящем окне. Составляется отношение измеренных значений диаметра провода и размеру

30 площадки износа, на основе которого вычисляется остаточная высота каждого провода и степень его износа.

Участки изображения контактного провода, на которых не распознается светлая полоса, дополнительно анализируются визуально на экране монитора компьютера 6 (фиг.1) на предмет наличия места локального перегорания провода (блок 8, фиг.2).

35 На основе находящихся в составе строк изображения В географических координат, задающих текущее местоположение вагона-лаборатории и соответственно сканируемой строки, формируется картографический план контактной сети с цветными отметками участков различной степени износа. Привязанный к местности план печатается на принтере и передается ремонтной бригаде (блок 9, фиг.2). Дополнительно в виде файла или его принтерной копии формируется график степени износа провода в зависимости от пройденного вагоном-лабораторией пути. Пример картографического плана с условными обозначениями (точные значения измерений изменены) представлен на фиг.4. Для

40 проведения ремонтных работ дефектный участок провода на местности идентифицируется с помощью GPS-приемника или на основе перевода длины пройденного пути в принятую на железной дороге систему отсчетов с погрешностью 2-3 м.

Источники информации

1. Патент РФ №2120866. Устройство для замера и регистрации износа контактного провода.

2. Патент РФ №2137622. Устройство для измерения параметров контактного провода.

3. Устройство для определения износа контактного провода. Железные дороги мира, 2001, №9 / H.Nagasawa et al. Quarterly Report of RIRI, 2000, №4, p.117-119.

4. Измерительная система для определения положения и износа контактного провода. Железные дороги мира, 2003, №4 / B.Sames. Elektrische Bahnen, 2001, №12, s.490-495.

Формула изобретения

Способ оптического контроля износа контактных проводов сети электропитания железнодорожных составов заключается в том, что с помощью сканера, установленного на крыше движущегося вагона-лаборатории и состоящего из двух ПЗС-линеек, сдвинутых в фокальной плоскости относительно друг друга в строчном направлении на 0,5 размера одного фотоприемного элемента и ориентированных поперек продольной оси вагона, осуществляют съемку проводов, отстоящих от объектива сканера в среднем на 3,3 м и подсвечиваемых снизу излучателем, расположенным на крыше вагона на некотором расстоянии от сканера, и формируют в одном из спектральных поддиапазонов изображение контактных проводов, которое сохраняют в памяти сопряженного со сканером компьютера, причем в служебную часть строки включают текущие географические координаты вагона и расстояние от точки начала пути, поступающие от GPS-приемника, с помощью компьютерных средств путем алгебраических операций с кодами яркости, принадлежащими разным ПЗС-линейкам, в памяти компьютера формируют новое изображение, имеющее пространственное разрешение в 2 раза выше чем то, которое получается при съемке одной ПЗС-линейкой, на новом изображении последовательно выделяют образ первого контактного провода, по этому образу визуально или с помощью математических методов обработки видеоданных определяют ширину контактной площадки провода и рассчитывают степень износа провода, а также выделяют участки, в которых имеется частичное утончение провода вследствие его частичного перегорания, затем аналогичные операции применяются по отношению к образу второго контактного провода, по известным географическим координатам, задающим местоположение вагона, сканера и наблюдательного участка контактных проводов, формируют таблицу степени износа проводов в зависимости от пройденного вагоном пути, а также картографическое изображение контактной сети, на котором отмечают места, где каждый из контактных проводов имеет повышенную степень износа, используя картографический план или таблицу, определяют на местности участки контактного провода, подлежащие ремонту.

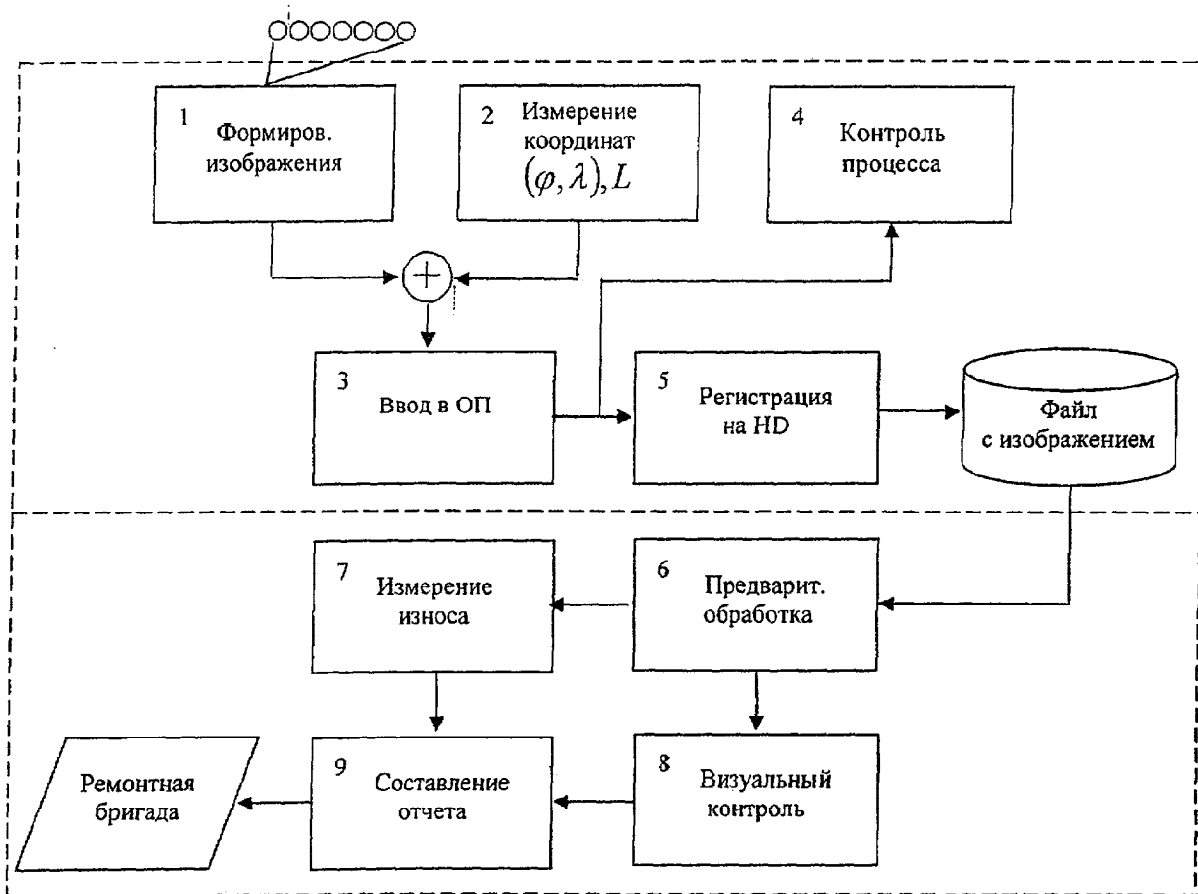
30

35

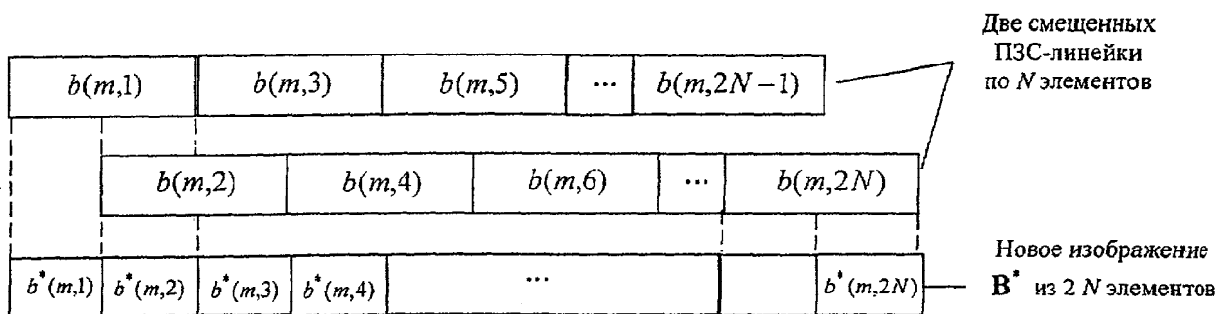
40

45

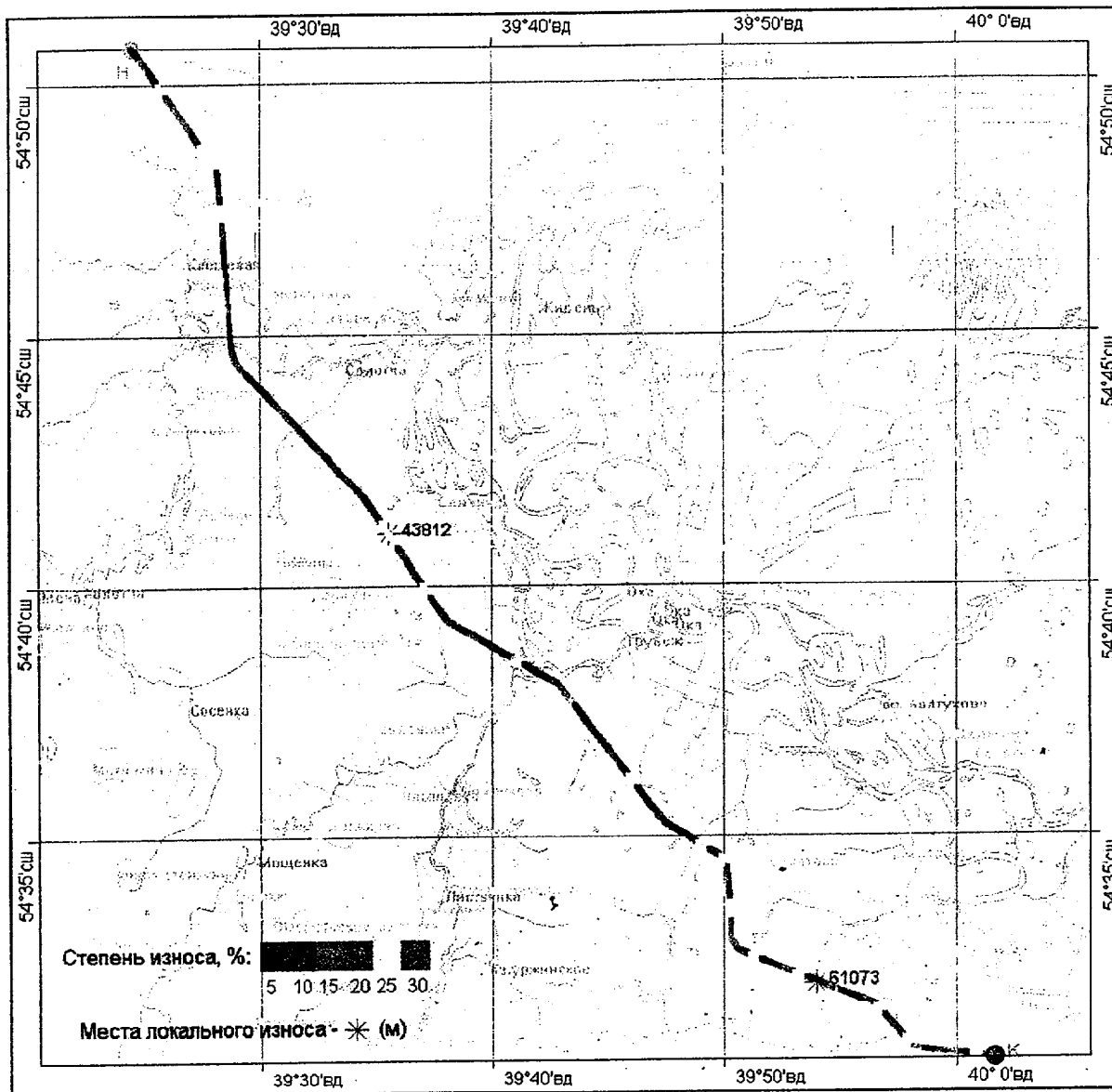
50



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4