



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128976** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)
B63B 39/12 (2006.01)
G01B 21/18 (2006.01)
G01G 19/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2019 10945	(72) Винахідник(и): Епскамп Трой (AU), Лой Ень-Шань (AU), Зеленберг Джонатон (AU)
(22) Дата подання заявки: 19.03.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 19.12.2024	(73) Володілець (володільці): ТЕХНОЛОДЖИКАЛ РЕСОРСІЗ ПТІ. ЛІМІТЕД, 120 Collins Street, Melbourne, Victoria 3000, Australia (AU)
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2017901297	(74) Представник: Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 07.04.2017	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2009/0112510 A1, 30.04.2009 KR 2014/0033597 A, 19.03.2014 KR 2015/0141840 A, 21.12.2015 US 2009/0112510 A1, 30.04.2009 Tsujii, T., et al. "Automatic draft reading based on image processing" Optical Engineering, 55(10), 2016, pp.104104-104104. CN 102975826 A, 20.03.2013 DD 240715 A1, 12.11.1986
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: AU	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.01.2020, Бюл.№ 1	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 18.12.2024, Бюл.№ 51	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/AU2018/050247, 19.03.2018	

(54) АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ ЗА ОСАДКОЮ СУДНА**(57) Реферат:**

Спосіб визначення осадки судна, що включає етапи: вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки; вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, для надання даних висотного вимірювання осадки; і використання даних висотного вимірювання осадки і даних оптичного вимірювання осадки для визначення осадки судна.

UA 128976 C2

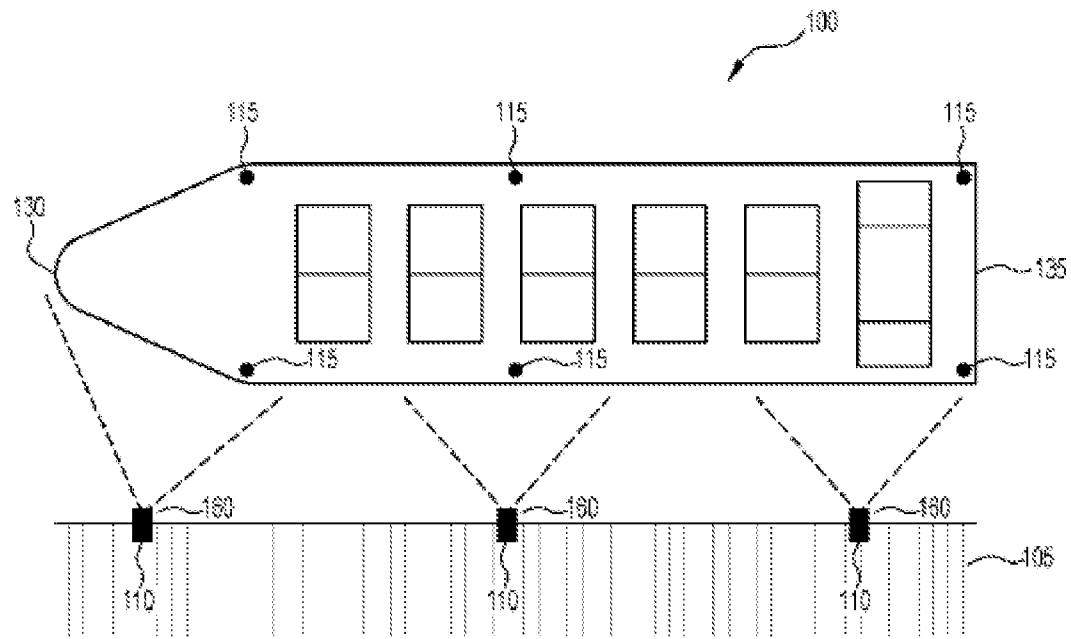


Fig. 1

ГАЛУЗЬ ВІНАХОДУ

Даний винахід належить до галузі визначення ваги за осадкою суден і зокрема, але не винятково, до систем і способів здійснення автоматизованого визначення ваги суден за допомогою оптичних вимірювань і вимірювань на основі GPS/GNSS осадки пришвартованого біля причалу судна.

ПЕРЕДУМОВИ ВІНАХОДУ

Осадка судна є відстанню від ватерлінії до днища корпусу. Під час навантаження й розвантаження судна важливо контролювати осадку судна для забезпечення того, щоб воно не було перевантаженим або нестійким і щоб воно мало достатній зазор для портів, у яке воно повинне ввійти або з яких повинне вийти під час його наступного рейсу.

Ручний контроль осадки судна під час навантаження й розвантаження є часозатратним і може вимагати від персоналу вимірювання осадки на океанській стороні судна зсередини лоцманського бота або схожого судна.

Навантаження суховантажних суден й інших вантажних суден може бути перерване на час здійснення визначення ваги за осадкою судна. Це збільшує час, що вимагається для навантаження судна. Автоматизація визначення ваги за осадкою судна спрямована на усунення деяких із цих недоліків.

СУТНІСТЬ ВІНАХОДУ

Згідно з першим аспектом даного винаходу запропонований спосіб визначення осадки судна, що включає етапи:

вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки;

вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, для надання даних висотного вимірювання осадки; і

використання даних висотного вимірювання осадки і даних оптичного вимірювання осадки для визначення осадки судна.

Спосіб може додатково включати використання даних висотного вимірювання осадки для підтвердження даних оптичного вимірювання осадки, на основі яких у випадку підтвердження визначають осадку судна.

Спосіб може включати етап захоплення щонайменше одного оптичного зображення марок осадки на корпусі судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень;

виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення для надання даних OCR; і

використання даних OCR при визначенні даних оптичного вимірювання осадки.

Спосіб може включати етап вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень;

вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна і щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

Спосіб може включати розташування щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень і щонайменше одного лазерного далекомірного пристрою на поворотно-похилій платформі; і

експлуатацію лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі судна;

і використання поворотно-похилої платформи для переміщення пристрою оптичного формування зображень у друге положення, і використання указаної поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням.

Перше положення пристрою оптичного формування зображень може містити оптичну вісь пристрою оптичного формування зображень, розташовану під кутом, по суті перпендикулярно поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано вказаний пристрій оптичного формування зображень; і

вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням може включати вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

Спосіб може включати використання вимірювань:

- 5 i) відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і
- ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для створення набору даних тривимірних даних розташування щонайменше однієї точки на поверхні корпусу щонайменше в околі одного набору марок осадки.

Спосіб може включати використання:

- 10 i) вимірювань відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і
- ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для визначення ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

- 15 Спосіб може включати етап виконання перетворення щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки; при цьому при перетворенні використовують відносний кут між другим положенням, у якому вказане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і вказаним першим положенням.

Спосіб може включати етапи:

- 20 одержання щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки;
- коректування вказаного зображення на відносний кут між другим положенням, у якому вказане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і указаним першим положенням для створення відкоректованого зображення; і
- виконання оптичного розпізнавання знаків вказаного відкоректованого зображення.

- 25 Спосіб може включати етап:

перетворювання вказаного зображення так, щоб здавалося, що корпус судна розташований у вертикальній площині, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

- 30 За допомогою способу можна перетворювати зображення таким чином, щоб здавалося, що воно було одержано пристроєм оптичного формування зображень:

- i) розташованим у точці спостереження, яка:
 - a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено вказане судно; і
 - b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і
- ii) таким, що працює з безкінечним збільшенням.

- 35 Спосіб може включати перетворення, виконуване для перетворення зображення таким чином, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, у якій утворюється зображення.

Промені світла можуть бути паралельними як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах.

- 40 Спосіб може включати перетворення, при якому додатково перетворюють зображення таким чином, щоб здавалося, що всі точки на поверхні корпусу є рівновіддаленими від точки спостереження.

- 45 Спосіб може включати вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту, яке включає розташування щонайменше одного пристрою GNSS або GPS на судні для вимірювання висоти судна й одержання тим самим даних про висоту і використання даних про висоту для визначення осадки судна.

Етап вимірювання осадки судна з використанням указаних даних про висоту може додатково включати вимірювання припливу для надання даних про приплив і використання даних про приплив і даних про висоту для визначення осадки судна.

- 50 Спосіб може включати етапи:

- розміщення щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS на вказаному судні в положеннях, зміщених у бічному напрямку відносно поздовжньої осі вказаного судна;
- вимірювання даних про висоту на вказаних щонайменше двох пристроях GNSS або GPS; і
- використання даних про висоту для визначення кута крену судна і тим самим надання даних про кут крену.

- 55 Спосіб може включати етап використання даних про кут крену й оптичних даних осадки для визначення вимірювання осадки судна для океанської сторони судна.

Щонайменше один пристрій оптичного формування зображень може бути розташований на причалі, і вказаний спосіб може додатково включати етап постановки вказаного судна біля

указаного причалу перед визначенням указаного оптичного вимірювання осадки й указаного висотного вимірювання осадки.

Щонайменше один пристрій оптичного формування зображень може бути розташований у фіксованому положенні на указаному причалі.

5 Щонайменше два пристрої оптичного формування зображень можуть бути розташовані на указаному причалі в положеннях, придатних для вимірювання марок осадки на носі та кормі судна.

Спосіб може включати етап виконання декількох вимірювань осадки судна під час навантаження або розвантаження судна для надання вимірювань осадки судна в режимі реального часу або майже в реальному часі.

10 Згідно із другим аспектом даного винаходу запропонована система визначення осадки судна, при цьому система містить:

щонайменше один пристрій оптичного формування зображень, розташований на причалі, і щонайменше один пристрій GNSS або GPS;

15 при цьому система виконана з можливістю експлуатації згідно з етапами:

вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки;

вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, для надання даних висотного вимірювання осадки; і

20 використання даних висотного вимірювання осадки і даних оптичного вимірювання осадки для визначення осадки судна.

Система додатково може бути виконана з можливістю використання даних висотного вимірювання осадки для підтвердження даних оптичного вимірювання осадки, на основі яких у випадку підтвердження визначають осадку судна.

25 Система може додатково містити блок обробки даних, і указаний етап вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень може додатково включати:

захоплення оптичного зображення марок осадки на корпусі судна;

30 експлуатацію блоку обробки даних для виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення з метою надання даних OCR; і

подальшу обробку даних OCR указаним блоком обробки даних при визначенні даних оптичного вимірювання осадки.

Етап вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень може додатково включати:

35 експлуатацію вимірювального пристрою для вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна й щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

40 вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

Система може додатково містити поворотно-похилу платформу, на якій установлений указаний щонайменше один пристрій оптичного формування зображень, і лазерний далекомірний пристрій, розташований суміжно із указаним щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень;

45 і вказана система може бути додатково виконана з можливістю:

експлуатації лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі судна;

50 експлуатації поворотно-похилого блоку для переміщення пристрою оптичного формування зображень між щонайменше першим заданим положенням і другим положенням, у якому вимірюють указану відстань між указаним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі; і

55 експлуатації поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між щонайменше першим заданим положенням і другим положенням.

У першому положенні оптична вісь щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень може бути по суті перпендикулярною поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано пристрій оптичного формування зображень; і

60 етап вимірювання відносного кута між першим положенням і другим положенням може включати вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

Система може бути виконана з можливістю використання щонайменше одного вимірювання: відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом і відповідного вимірювання відносного кута між першим положенням і другим положенням, в якому вимірюють указану відстань, для створення набору даних тривимірних даних розташування щонайменше

5 однієї точки на поверхні корпусу судна щонайменше в околі одного набору марок осадки.

Система може використовувати набір даних тривимірних даних щонайменше однієї точки на поверхні корпусу для визначення ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

10 Система може виконувати перетворення щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки; при цьому при перетворенні використовують відносний кут між положенням пристрою оптичного формування зображень, у якому було одержане указане зображення, і заданим першим положенням.

Система може бути виконана з можливістю експлуатації згідно з етапами:

15 експлуатації щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для одержання щонайменше одного зображення, що містить щонайменше один набір марок осадки, на корпусі судна; і

20 коректування указанного зображення на відносний кут між першим заданим положенням указанного пристрою оптичного формування зображень і другим положенням, у якому указане зображення було захоплено указаним пристроєм оптичного формування зображень, для створення щонайменше одного відкоректованого зображення; і

виконання оптичного розпізнавання знаків указанного щонайменше одного відкоректованого зображення.

Система може бути виконана з можливістю експлуатації згідно з етапом:

25 перетворювання вказаного зображення так, щоб здавалося, що корпус судна розташований у вертикальній площині, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

Система може бути виконана з можливістю перетворення щонайменше одного зображення таким чином, щоб:

30 i) здавалося, що воно одержане пристроєм оптичного формування зображень, розташованим у точці спостереження, яка:

a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено указане судно; і

b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і

35 ii) здавалося, що указаний пристрій оптичного формування зображень, який працює з безкінечним збільшенням, захоплює указане щонайменше одне зображення з указаної точки спостереження.

Система може бути виконана з можливістю перетворення зображення таким чином, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, в якій утворюється зображення.

40 Промені світла можуть бути паралельними один одному як горизонтально, так і вертикально.

Спосіб може включати перетворення, при якому додатково перетворюють зображення таким чином, щоб здавалося, що всі точки на поверхні корпусу є рівновіддаленими від точки спостереження.

45 Вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту може включати розташування щонайменше одного пристрою GNSS або GPS на судні для вимірювання висоти судна, щоб таким чином одержувати вказані дані про висоту, і використання даних про висоту для визначення даних висотного вимірювання осадки.

50 Етап вимірювання осадки судна з використанням указаних даних про висоту може додатково включати вимірювання припливу в околі судна для надання даних про приплив і використання даних про приплив і даних про висоту для визначення даних висотного вимірювання осадки.

55 Система може містити щонайменше два пристрої GNSS або GPS, один з яких може бути розташований на лівій стороні указанного судна і один з яких може бути розташований на правій стороні указанного судна, щоб надавати таким чином дані про висоту лівого борту і дані про висоту правого борту; і

пристрій обробки може обробляти дані про висоту лівого борту і дані про висоту правого борту для визначення кута крену судна для надання даних про кут крену.

Система може використовувати дані про кут крену й оптичні дані осадки із причальної сторони судна для визначення даних вимірювання осадки для океанської сторони судна.

60 Система може додатково містити:

щонайменше два пристрої GNSS або GPS, розташованих в окремих місцях, які перебувають на відстані один від одного у поздовжньому напрямку корпусу, для надання даних про висоту в носовій частині й даних про висоту в кормовій частині; і

5 може експлуатувати блок обробки для обробки даних про висоту в носовій частині і даних про висоту в кормовій частині для визначення кута кильової хитами судна.

Щонайменше один пристрій оптичного формування зображень може бути розташований на причалі, пристосованому для постановки біля нього указанного судна.

Пристрій оптичного формування зображень може бути розташований у фіксованому положенні на вказаному причалі.

10 Щонайменше два указаних пристрої оптичного формування зображень можуть бути розташовані на вказаному причалі в положеннях, придатних для вимірювання марок осадки на носі й кормі судна.

15 Система може бути виконана з можливістю виконання декількох вимірювань осадки судна під час навантаження або розвантаження для надання вимірювання осадки судна в режимі реального часу або майже в реальному часі.

Згідно з додатковим аспектом даного винаходу запропоновано спосіб визначення осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень, що включає:

20 експлуатацію пристрою оптичного формування зображень для захоплення оптичного зображення марок осадки на корпусі судна;

виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення для надання даних OCR; і

використання даних OCR при визначенні даних оптичного вимірювання осадки для судна.

Спосіб може додатково включати:

25 вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна і щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

30 вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

Щонайменше один пристрій оптичного формування зображень може бути розташований на поворотно-похилій платформі, і щонайменше один лазерний далекомірний пристрій може бути розташований суміжно із щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень.

35 Спосіб може додатково включати експлуатацію лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі судна;

40 і використання поворотно-похилої платформи для переміщення пристрою оптичного формування зображень у друге положення, і використання указаної поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням.

У першому положенні оптична вісь пристрою оптичного формування зображень може бути по суті перпендикулярною поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано указаний пристрій оптичного формування зображень;

45 і вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням може включати вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

Спосіб може додатково включати використання вимірювань:

50 i) відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для створення набору тривимірних даних розташування щонайменше однієї точки на поверхні корпусу щонайменше в околі одного набору марок осадки.

Спосіб може додатково включати етап використання вимірювань:

55 i) відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для визначення ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

Спосіб може додатково включати етап виконання перетворення щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки; при цьому при перетворенні

можуть використовувати відносний кут між другим положенням, в якому указане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і указаним першим положенням.

Спосіб може додатково включати етапи:

5 одержання щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки;

коректування вказаного зображення на відносний кут між другим положенням, у якому указане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і указаним першим положенням для створення відкоректованого зображення; і

виконання оптичного розпізнавання знаків вказаного відкоректованого зображення.

10 Спосіб може додатково включати етап перетворювання вказаного зображення так, щоб здавалося, що корпус судна розташований у вертикальній площині, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

15 Перетворення можна виконувати для перетворення зображення таким чином, щоб здавалося, що воно одержане пристроєм оптичного формування зображень:

i) розташованим у точці спостереження, яка:

a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено указане судно, і

b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і

ii) таким, що працює з безкінечним збільшенням.

20 Перетворення можна виконувати для перетворення зображення таким чином, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, у якій утворюється зображення.

СТИСЛИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

25 Нижче будуть описані варіанти здійснення з посиланням на супровідні графічні матеріали, на яких:

на фіг. 1 показано схематичне зображення у вигляді зверху судна, пришвартованого біля причалу;

на фіг. 2 показано схематичне зображення у вигляді спереду судна, пришвартованого біля причалу, на якому показано осадку судна;

30 на фіг. 3 показано схематичний вигляд збоку носу судна, пришвартованого біля причалу, на якому показано шкалу осадки;

на фіг. 4 показано більш докладний схематичний вигляд спереду шкали осадки, показаної на фіг. 3;

35 на фіг. 5a надано представлення оптичного зображення шкали осадки, показаної на фіг. 3, одержаного із пристрою оптичного формування зображень, розташованого на причалі та розміщеного під кутом до шкали осадки;

на фіг. 5b надано представлення зображення, показаного на фіг. 5a, відкоректованого на кут, під яким було одержано зображення;

40 на фіг. 5c показано схематичне зображення перетворення, виконаного над зображенням, показаним на фіг. 5a;

на фіг. 6a показано зображення судна без крену;

на фіг. 6b показано зображення судна, що крениться;

на фіг. 7 проілюстровано спосіб визначення осадки судна з використанням оптичних вимірювань;

45 на фіг. 8 проілюстровано спосіб автоматичного виявлення положення марок осадки на корпусі;

на фіг. 9 проілюстровано спосіб коректування зображення марки осадки для того, щоб можна було визначити осадку судна;

50 на фіг. 10 проілюстровано спосіб визначення марки осадки шкали осадки, яка є суміжною з ватерлінією судна;

на фіг. 11 проілюстровано спосіб визначення осадки судна на основі оптичної, лазерної й приливної (OLT) складових;

на фіг. 12 проілюстровано спосіб визначення рівня води на зображенні й обчислення осадки судна; і

55 на фіг. 13 проілюстровано спосіб сполучення вимірювань осадки судна на основі рівня води, вимірювань осадки судна на основі OLT і вимірювань осадки судна на основі GNSS.

ОПИС КОНКРЕТНИХ ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ

60 У варіантах здійснення даного винаходу запропоновані системи й способи автоматичного вимірювання осадки судна, коли його поставлено біля причалу для навантаження або розвантаження. У таких варіантах здійснення можуть бути передбачені як оптичні вимірювання,

так і вимірювання осадки судна, виконувані за допомогою глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS). Результати вимірювання, одержані від кожної із цих систем, можуть бути використані для підтвердження вимірювання для визначення ваги за осадкою судна іншою системою. В одному варіанті здійснення систему на основі GPS або GNSS використовують для підтвердження точності вимірювання для визначення ваги за осадкою судна за допомогою оптичної системи або ймовірності помилки в точності.

Осадка судна є відстанню від ватерлінії до днища корпусу судна (як зображено на фіг. 2). Осадка судна зазвичай змінюється із навантаженням і розвантаженням судна і зі змінами в баласті.

Судна зазвичай мають шкали 300 осадки й вантажні марки, нанесені на їхні корпуси. Шкала 300 осадки являє собою ряд чисел, написаних фарбою вертикально на корпусі, як зображено на фіг. 3 і фіг. 4. Осадку судна вимірюють шляхом зчитування числа шкали осадки, розташованого на ватерлінії 125. Судно зазвичай має шість шкал осадки, нанесених на його корпус, у тому числі дві суміжні з носом 130 (одна на лівій стороні й одна на правій стороні), дві суміжні з кормою 135 (одна на лівій стороні й одна на правій стороні) і дві в середній частині судна (одна на лівій стороні й одна на правій стороні).

Вантажна марка являє собою лінію, яка показує найбільше навантаження для судна. На боці судна може бути кілька вантажних марок, нанесених для того, щоб указувати найбільше навантаження для випадків, коли судно перебуває в тропічних водах, холодних водах і в різні пори року.

Звернемося до фіг. 1 і фіг. 2, на яких показано судно 100, поставлене біля причалу 105. Судно 100 має шість блоків 115 GNSS, розташованих на його верхній палубі, у тому числі два суміжні з носом 130 судна (один на лівій стороні й один на правій стороні), два в середній частині судна (один на лівій стороні й один на правій стороні) і два суміжні з кормою 135 судна (один суміжний з лівою стороною й один суміжний із правою стороною). Блоки 115 GNSS установлюють, коли судно прибуває в порт, або після постановки судна біля причалу 105, і вони функціонують для передачі даних GNSS про місце розташування на блок 155 керування. Блоки GNSS виконані з можливістю передачі даних про висоту, широту і довготу на блок 155 керування по бездротовій мережі, розташованій у порту, в якому судно поставлено біля причалу.

У цьому варіанті здійснення блок 155 керування розташований на відстані від причалу 105 і містить процесор, запам'ятовувальний пристрій, операційну систему і програму для автоматизованого визначення ваги за осадкою судна. Блок 155 керування може перебувати у зв'язку з бездротовою мережею, розташованою в порту.

У варіанті здійснення, показаному на фіг. 1, три пристрої 110 оптичного формування зображень розташовані на причалі 105. Пристрої 110 оптичного формування зображень розташовані на поворотно-похилих монтажних блоках 160. Пристрої 110 оптичного формування зображень і поворотно-похилі монтажні блоки 160 перебувають у зв'язку із блоком 155 керування і під його керуванням, і під керуванням програми для автоматизованого визначення ваги за осадкою судна. В альтернативних варіантах здійснення передбачено іншу кількість пристроїв 110 оптичного формування зображень, наприклад один або два пристрої оптичного формування зображень.

Пристрої 110 оптичного формування зображень установлені у фіксованому положенні на причалі 105 або в порту, або вони можуть бути рухомими відносно причалу 110 і судна 100 і можуть бути розташовані вручну оператором суміжно із судном після того, як його поставлено біля причалу, або можуть бути встановлені на шляхи або рейки, які дозволяють блоку 155 керування керувати розташуванням пристроїв оптичного формування зображень на шляхах або рейках.

У варіанті здійснення із трьома пристроями 110 оптичного формування зображень пристрої 110 оптичного формування зображень і поворотно-похилі монтажні блоки 160 розташовані на причалі 105 або суміжно з ним, суміжно з марками шкали осадки на судні 300, один біля носу 130, один у середньої частини судна й один у корми 135 судна.

Блок 155 керування керує кожним пристроєм 110 оптичного формування зображень і відповідними поворотно-похилими монтажними блоками 160 так, щоб захоплювати одне або більше оптичних зображень шкали 300 осадки. Ці зображення можуть бути захоплені як відео або як нерухомі зображення, але зазвичай їх захоплюють як відео. Блок 155 керування потім обробляє оптичні зображення, використовуючи програмне забезпечення для обробки зображень (як додатково описане нижче), включаючи програмне забезпечення для оптичного розпізнавання знаків (OCR), з метою визначення марки шкали осадки, суміжної з ватерлінією 125. Це надає вимірювання осадки судна 100 на основі оптичної складової у відповідному місці

(а саме на носі, на кормі або в середній частині судна) і на стороні судна, яка є суміжною із причалом (на лівій стороні або на правій стороні).

Блок 155 керування також одержує дані GNSS від блоків 115 GNSS і обробляє ці дані для визначення осадки судна в шести місцях осадки на корпусі. Для виконання цього блок 155 керування може використовувати дані про широту, довготу і про висоту від шести блоків GNSS, щоб підганяти поверхню для судна поруч із блоками GNSS. Цю поверхню разом з даними припливу, одержаними від датчика 140 припливу, використовують при обчисленні осадки судна. Датчик 140 припливу зазвичай розташований у порту або на причалі 105 і надає дані в режимі реального часу або майже в реальному часі стосовно відносної висоти припливу. Різницю між відносним рівнем ватерлінії 125 і висотою поверхні, одержаної на основі місця розташування шести блоків GNSS, можна використати для визначення висоти поверхні над рівнем води суміжно з кожною зі шкал осадки. Цю інформацію можна поєднати з початковим оптичним виміром осадки судна для встановлення осадки судна, яка відповідає конкретній різниці у висоті між поверхнею й припливом. При навантаженні або розвантаженні судна зміни у висоті поверхні та припливу надають міру будь-якої зміни в осадці судна.

У міру виконання навантаження або розвантаження судна вимірювання осадки судна на основі GNSS може бути використане для верифікації наступних оптичних вимірювань осадки судна. Альтернативно вимірювання осадки судна на основі GNSS може бути використане замість оптичного вимірювання осадки судна, якщо оптичне вимірювання не може бути одержане або якщо вважається, що воно неточне або ненадійне.

Блок 155 керування може також мати доступ до даних GNSS для визначення кута крену судна. Його спочатку визначають на основі різниці у висоті між блоками GNSS, розташованими на лівій і правій сторонах судна в середній частині судна. Як зображено на фіг. 6a і 6b, різниця у висоті між правою стороною і лівою стороною судна може бути використана для обчислення крену судна.

Після того, як визначено різницю у висоті між блоками GNSS у середній частині судна, ця інформація може бути використана для калібрування різниці у висоті між будь-якими блоками GNSS, розташованими в носовій частині і у кормовій частині судна. Це калібрування є необхідним, оскільки палуба й/або леєрні огорожі, розташовані в носовій частині і у кормовій частині судна, можуть мати нахил. Наслідком будь-якого нахилу палуби або леєрних огорож є те, що неузгодженість блоків GNSS на лівій стороні і на правій стороні з великою ймовірністю призведе до неточних даних про кут крену судна. Шляхом коректування будь-якої різниці у висоті блоків GNSS на лівій стороні й на правій стороні, розташованих у носовій частині й у кормовій частині судна, можна використовувати дані про висоту від цих блоків GNSS для визначення кута крену судна під час навантаження. Це корисно, коли, наприклад, один із блоків GNSS у середній частині судна припиняє працювати під час завантаження судна.

Кут крену на носі 130 і ширина судна на ватерлінії поряд з носом можуть бути використані для обчислення вимірювання осадки суміжно з носом 130 на океанській стороні судна. Це можна повторити для кожної зі шкал осадки на океанській стороні судна, тобто шкал осадки, суміжних з кормою 135 і в середній частині судна.

Осадку судна 100 можна відслідковувати під час навантаження і розвантаження, повторюючи вищезгадані виміри осадки судна на основі оптичної складової й GNSS через рівні проміжки часу протягом усього процесу навантаження і розвантаження. Вимірювання осадки можна одержувати щонайменше один раз у хвилину під час навантаження або розвантаження і переважно частіше цього, так щоб надавати вимірювання осадки судна під час навантаження й/або розвантаження в режимі реального часу або майже в реальному часі.

В альтернативних варіантах здійснення далекомірний пристрій, такий як далекомірний пристрій на основі лазера, розташований суміжно із пристроєм 110 оптичного формування зображень і поворотно-похилим блоком 160. Лазерний далекомірний пристрій можна експлуатувати разом з поворотно-похилим блоком 160 для сканування корпусу судна 100 і генерування набору даних відстані від поворотно-похилого блоку до 160 різних точок на поверхні корпусу. Ці дані можна комбінувати з інформацією про кут повороту й нахилу для того, щоб була відома відстань від різних точок на корпусі до поворотно-похилого блоку, наряду з відносним кутом цих точок до заданого положення поворотно-похилого блоку. На основі цієї інформації можна згенерувати набір даних тривимірного профілю поверхні корпусу. Будь-який такий набір даних зазвичай має роздільну здатність щонайменше чотири точки сканування на квадратний метр корпусу.

Набір тривимірних даних корпусу і відносний кут точок сканування на корпусі до заданого положення поворотно-похилого блоку 160 (і пристрою 110 оптичного формування зображень)

можуть бути використані для перетворення оптичних зображень шкали 300 осадки так, щоб зображення можна було обробити з метою визначення осадки судна.

Звертаючись тепер до фіг. 3 і 4, на фіг. 3 показано шкалу 300 осадки, розташовану суміжно з носом 130 судна 100. Шкала осадка складається з марок метрів, з 10 см марками між ними. На 5 фіг. 3 і 4 видно марки шкали осадки 19 метрів і 18 метрів, при цьому між ними також видно марки 80 см, 60 см, 40 см і 20 см.

Шкалу 300 осадки показано більш докладно на фіг. 4, на якій показано, що ватерлінія 125 перетинається із числом "4" (тобто маркою 40 см), яке перебуває нижче марки 18 метрів шкали осадки. Марку 19 метрів шкали осадки можна побачити над маркою 18 метрів шкали осадки. 10 Марку 17 метрів шкали осадки не видно, тому що вона перебуває нижче ватерлінії 125. Ватерлінія 125, суміжна із числом "4", яке перебуває нижче марки 18 метрів, указує на те, що осадка корпусу становить 17,4 метра. Лінія 170, що проходить через марку 18,2 метра, відображає зміну в забарвленні корпусу судна.

Тепер робиться посилання на фіг. 5a, фіг. 5b і фіг. 5c. На фіг. 5a показано зображення шкали 15 300 осадки, яке було одержано, коли оптична вісь пристрою 110 оптичного формування зображень розташована під кутом, який не є горизонтальним і який не є прямим стосовно поздовжньої осі причалу.

На фіг. 5b показано перетворене зображення шкали осадки, представлене на фіг. 5a. На 20 фіг. 5c показано схематичне представлення перетворення, яке було виконано над зображенням, представленим на фіг. 5a, з метою створення зображення, представленого на фіг. 5b. Зображення, представлене на фіг. 5a, було одержано, коли пристрій оптичного формування зображень був розташований у місці А, при цьому пристрій оптичного формування зображень перебував у положенні з кутами як повороту, так і нахилу відносно заданого положення. Перетворення виконують для коригування зображення так, що здавалося, наче 25 зображення було одержане, коли пристрій 110 оптичного формування зображень був розташований у місці В. Перетворення виконується із створенням такого зображення, що здається, що зображення було одержано пристроєм оптичного формування зображень, розміщеним у точці спостереження, яка перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і при цьому пристрій оптичного формування зображень має безкінечне збільшення. Додатково 30 перетворення може коректувати всі точки в зображенні так, що вони здаються рівновіддаленими від точки спостереження.

Наслідком перетворення є те, що зображення створюють так, наче всі промені світла від поверхні корпусу, які утворюють зображення, є горизонтальними й паралельними один одному і виходять із точок, рівновіддалених від точки спостереження зображення. Перетворення 35 підвищує надійність обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR), виконаної стосовно цифр, що утворюють шкалу осадки, а також підвищує надійність визначення рівня води на зображенні. Перетворення може також зберігати відносне місце розташування пікселів у зображенні в просторі декартових координат так, щоб можна було визначити відстань від будь-якого пікселя до поверхні води.

Іншими словами, алгоритм коректування зображення працює так, щоб зробити точку 40 спостереження усіх пікселів безпосередньо перпендикулярною причалу і паралельною поверхні води на постійній відстані. Це перетворення забезпечує можливість розміщення на зображенні марок осадки, які нанесені фарбою на корпусі, на прямій вертикальній лінії і дозволяє їм мати однаковий відносний розмір. Рівень води також стає по суті горизонтальним, так, що рівень 45 води може бути визначений у будь-якій точці уздовж ватерлінії, при цьому середній рівень води не є вищим або нижчим в різних положеннях уздовж ватерлінії.

Нижче наведені додаткові подробиці про способи і системи, викладені у варіантах здійснення. Зокрема, система може складатися з різних підсистем, включаючи підсистему 50 машинного зору, підсистему GNSS; підсистему припливу; підсистему оцінювання осадки; і користувацький інтерфейс. Кожна із цих підсистем буде описана більш докладно нижче.

Підсистема машинного зору може містити:

а) блок датчиків, розташований на причалі суміжно з кожною маркою осадки (зазвичай 3 положення – у носовій частині, у середній частині судна й у кормовій частині). Кожний блок датчиків може складатися з:

- 55 i. моторизованого поворотно-похилого блоку (PTU);
- ii. відеокамери видимого світла з високою роздільною здатністю з моторизованим збільшенням, установленою на PTU;
- iii. точного лазерного далекоміра (вимірювального пристрою), установленного на PTU і вирівняного в одну лінію з камерою;

iv. вузькоспрямованого джерела світла, встановленого на PTU і вирівняного в одну лінію з камерою;

v. монтажних кронштейнів і кріпильних засобів для прикріплення датчиків до PTU і PTU до причалу;

5 vi. обладнання для забезпечення можливості здійснення віддаленого зв'язку з датчиками;

b) центральний комп'ютерний сервер, який виконує програмне забезпечення і алгоритми, що складається з:

i. комп'ютера, здатного паралельно виконувати складні алгоритми машинного зору;

10 ii. програмного забезпечення для керування блоком датчиків для відправлення команд на блоки датчиків (наприклад, для налаштування повороту, нахилу й збільшення) і для приймання відео і даних від блоків датчиків;

iii. програмного забезпечення алгоритмів машинного зору для виявлення положення марок осадки й обчислення осадки з відео і даних блоку датчиків;

iv. бази даних для зберігання результатів алгоритмів машинного зору.

15 Підсистема GNSS може містити:

a) мобільні датчики RTK-GNSS (кінематична глобальна навігаційна супутникова система, що працює в режимі реального часу), які встановлені на поручнях судна біля кожного з наборів марок осадки (зазвичай 6 наборів марок осадки);

20 b) мережу радіозв'язку для здійснення зв'язку між центральним комп'ютерним сервером і мобільними датчиками GNSS;

c) центральний комп'ютерний сервер, який виконує програмне забезпечення і алгоритми, що складається з:

i. програмного забезпечення для здійснення зв'язку з мобільними датчиками RTK-GNSS;

25 ii. програмного забезпечення для математичної моделі перетворення даних GNSS і даних припливу в значення осадки й крену;

iii. бази даних для зберігання даних конфігурації і результатів програмного забезпечення для математичної моделі.

30 Підсистема припливу може містити систему для вимірювання рівня припливу в порту й/або на причалі в режимі реального часу або майже в реальному часі. Вона може подавати виміряні значення припливу на центральний комп'ютерний сервер за допомогою комп'ютерних системи і мережі.

Підсистема оцінювання осадки може містити:

35 a) програмне забезпечення, яке одержує дані вимірювання осадки від підсистеми машинного зору і підсистеми GNSS і обчислює розрахункову осадку для судна або відповідної шкали осадки судна; і

b) базу даних для зберігання одержаних у результаті розрахункових осадок.

Підсистема користувацького інтерфейсу може містити:

a) переносний комп'ютер (наприклад, планшет), який можна брати на борт судна;

40 b) веб-застосунок, який працює на переносному комп'ютері та відображає в режимі реального часу або майже в реальному часі:

i. розрахункову осадку в кожному положенні марки осадки;

ii. відео межі між водою і маркою осадки в кожному положенні марки осадки на причальній стороні, переважно з відображенням як вихідних, так і перетворених відеозображень;

45 iii. інформацію про поточний стан навантаження судна (наприклад, вантаж у тоннах, завантажений у кожний трюм);

c) бездротову мережу, що забезпечує можливість здійснення зв'язку між переносним комп'ютером і веб-застосунком та керівним комп'ютерним сервером.

Комбінування підсистеми машинного зору і підсистеми GNSS дозволяє виконувати вимірювання осадки як на причальній, так і на океанській сторонах судна.

50 Звертаючись тепер до фіг. 7, проілюстровано спосіб визначення осадки судна на причальній і океанській сторонах з використанням даних оптичного вимірювання осадки і даних GNSS вимірювання осадки. Зокрема:

на етапі 701 з результатів вимірювання корпусу, одержаних підсистемою машинного зору, генерують набір двовимірних даних, що відображає зв'язок ширини судна з осадкою в кожному наборі марок осадки;

на етапі 702 величини осадки на причальній стороні вимірюють оптично за допомогою підсистеми машинного зору; і

60 на етапі 703 величини осадки на океанській стороні визначають шляхом коректування величин осадки на причальній стороні на крен судна, виміряний підсистемою GNSS, і відстань між марками осадки на обох сторонах судна на рівні води.

Автоматичне виявлення положення марок осадки на корпусі може бути забезпечено в підсистемі машинного зору для того, щоб уникнути або звести до мінімуму необхідність операторові фізично розташовувати або віддалено керувати поворотно-похилим блоком 160 або збільшенням пристрою оптичного формування зображень.

5 Звертаючись тепер до фіг. 8, проілюстровано спосіб автоматичного виявлення положення марок осадки на корпусі підсистемою машинного зору. Зокрема:

на етапі 801 блок датчиків (а саме пристрій 110 оптичного формування зображень, поворотно-похилий блок 160 і лазерний далекомірний пристрій) повертають для виявлення кінця судна;

10 на етапі 802 збирають набір даних зображень, вимірювань кутів повороту і нахилу та відстані для горизонтальної ділянки судна 100, на якій передбачається наявність марок 300 осадки і ватерлінії 125;

на етапі 803 вимірювання кутів повороту і нахилу та відстані перетворюють в 3D-профіль корпусу судна в просторі декартових координат;

15 на етапі 804 кожне із зображень у наборі даних перетворюють у точку спостереження безпосередньо попереду (що відповідає камері з безкінечним збільшенням, яка перебуває на безкінечній відстані від судна, перпендикулярно довжині причалу і горизонтально на одному рівні), використовуючи 3D-профіль корпусу судна (згаданий вище);

20 на етапі 805 центр зображення в просторі відслідковують протягом усього перетворення, і кількість пікселів на метр підтримують постійним таким чином, щоб можна було обчислити положення в декартових координатах будь-якого пікселя на будь-якому зображенні;

на етапі 806 алгоритм оптичного розпізнавання знаків (OCR) виконують на перетворених зображеннях для визначення ймовірності існування марок осадки на зображенні та положення марок осадки на кожному зображенні; і

25 на етапі 807 алгоритм використовує ймовірність існування марок осадки та положення марок осадки на всіх зображеннях для обчислення найімовірнішого загального положення марок осадки на 3D-поверхні корпусу.

Перетворення зображень спрямоване на забезпечення того, щоб здавалося, що зображення були одержані із точки спостереження безпосередньо перед марками осадки. 30 Перетворення може також стабілізувати положення марок осадки на одержаному в результаті зображенні або на послідовних зображеннях. Це спрямоване на забезпечення більш легкого читування зображень людиною і того, щоб алгоритм машинного зору можна було використати для визначення вимірювання осадки незалежно від кута пристрою 110 оптичного формування зображень до марок осадки і форми корпусу судна.

35 Звертаючись тепер до фіг. 9, проілюстровано спосіб коректування зображення корпусу. Зокрема:

на етапі 901 для ділянки судна навколо марок осадки збирають набір даних зображень, вимірювань кутів повороту і нахилу та відстані. Найімовірніше загальне положення марок осадки, обчислене раніше, використовують як початкову точку;

40 на етапі 902 вимірювання кутів повороту і нахилу та відстані перетворюють в 3D-профіль корпусу судна в просторі декартових координат;

на етапі 903 кожне із зображень у наборі даних перетворюють у точку спостереження безпосередньо перед пристроєм 115 оптичного формування зображень (що відповідає камері з безкінечним збільшенням, яка перебуває на безкінечній відстані від судна, перпендикулярно 45 довжині причалу і горизонтально на одному рівні), використовуючи 3D-профіль корпусу, згаданий вище;

на етапі 904 центр зображення в просторі відслідковують протягом усього перетворення, і кількість пікселів на метр підтримують постійною так, щоб можна було легко обчислити положення в декартових координатах будь-якого пікселя на будь-якому зображенні;

50 на етапі 905 алгоритм оптичного розпізнавання знаків (OCR) виконують на перетворених зображеннях для визначення положень і значень марок осадки. Реєструють розташування марок осадки відносно 3D-профілю корпусу;

на етапі 906 поворот, нахил і збільшення, необхідні для правильного захоплення ватерлінії 125 на зображеннях, обчислюють з використанням 3D-профілю, поточного припливу і 55 останнього розрахунку значення осадки;

на етапі 907 відеозображення межі між водою і маркою осадки (тобто відеозображення ватерлінії 125) перетворюють у точку спостереження безпосередньо перед камерою 110, використовуючи 3D-профіль корпусу;

60 на етапі 908 алгоритм оптичного розпізнавання знаків (OCR) виконують на перетворених зображеннях для визначення положень і значень марок осадки;

на етапі 909 будь-яку залишкову похибку в перетворенні коректують з використанням відхилення виявленого положення марок осадки від очікуваного положення; і

на етапі 910 відслідковують положення марок осадки між послідовними зображеннями для забезпечення можливості стабілізації перетворених зображень (тобто так, щоб положення марки осадки на зображеннях не пересувалося в міру того, як судно переміщується в морі).

Додаткові подробиці перетворення зображення на етапі 903 описані на наступних етапах 903a–903d:

903a) Створення сітки точок у просторі декартових координат уздовж осі X (горизонтально причалу) і осі Z (вертикально) так, що сітка трохи більше, ніж поле зору (у метрах) вихідного зображення, центрованого в центрі декартових координат вихідного зображення.

903b) Обчислення значень точок уздовж осі Y (горизонтально і перпендикулярно передньому краю причалу) для точок сітки, згенерованих на етапі 903a), використовуючи 3D-профіль, згенерований на етапі 902, з метою створення тим самим набору 3D-точок. Як 3D-профіль використовують емпірично підібраний багатомірний поліном.

903c) 3D-точки з етапу 903b) перетворюють у набір 2D-точок, використовуючи стандартну проекцію 3D на 2D, де для відстані від спостерігача використовують відстань від камери до зображення (на основі даних лазера), і для кутів повороту використовують кути камери до горизонталі і перпендикулярно відносно переднього краю причалу.

903d) Набір фіксованих 2D-точок в одиницях пікселів обчислюють, використовуючи точки, згенеровані на етапі 903a), і використовуючи кількість пікселів на метр зображення (яка відома завдяки тому, що відомий кут поля зору камери, і відома відстань від камери до різних точок на корпусі судна). Фіксовані 2D-точки представляють точку в перетвореному зображенні.

Додаткові подробиці відстеження пікселів, згаданого на етапі 904, описані на наступних етапах 904a–904g.

904a) Набір, 2D-точок, що пересуваються, в одиницях пікселів обчислюють із використанням 2D-точок, обчислених на 903d). 2D-точки, що пересуваються, відображають те, де у вихідному зображенні перебували б фіксовані точки.

904b) Генерують два багатовимірних поліноми, які виконують відображення точок, що пересуваються, у фіксовані точки. Один для горизонтальних положень пікселів і один для вертикальних положень пікселів.

904c) Поліноми, сформовані на 904b), використовують для створення двох 2D-масивів (один для горизонтальних положень пікселів і один для вертикальних положень пікселів), які виконують відображення перетвореного зображення у вихідне зображення. Наприклад, припустимо, що значення в положенні (1,1) для двох масивів становили (23, 45), тоді піксель, який слід поставити в (1,1) у перетвореному зображенні, є (23, 45) у вихідному зображенні.

904d) Масиви відображення, створені на 904c), використовують для визначення того, де в перетвореному зображенні буде розташований центральний піксель із вихідного зображення.

904e) Положення центрального пікселя вихідного зображення в перетвореному зображенні з 904d) використовують як центральну точку для повторення етапу 904c) так, щоб центр вихідного зображення перебував у центрі перетвореного зображення. Це спрямоване на те, щоб декартові координати (X, Z) будь-якого пікселя в перетвореному зображенні можна було визначити на основі його відстані від центру зображення й масштабування пікселів на метр, використовуюваного на етапах 903d) і 904b).

904f) Масиви відображення, створені на 904e), потім використовують із зображенням, яке складається з усіх 1. Це роблять для того, щоб створити маскувальне зображення, яке має 1, де існує піксель у вихідному зображенні, для перетвореного зображення, і 0, де немає відповідного пікселя. У перетвореному зображенні можуть бути присутні пікселі, які виходять за межі вихідного зображення. Цю маску використовують для того, щоб переконатися в тому, що частини перетвореного зображення, які не мають відповідної частини у вихідному зображенні, не враховуються іншими алгоритмами машинного зору.

904g) Масиви відображення, створені на 904e), потім використовують для створення перетвореного зображення з вихідного зображення.

Значення марки осадки можуть бути визначені шляхом вибору послідовності марок з найбільшою сумою ймовірностей того, що кожна марка осадки в послідовності являє собою значення, установлене згідно з її положенням у послідовності; і на основі відомої схеми марок осадки. Це дозволяє правильно визначати значення марки осадки, навіть коли деякі значення марки осадки окремо не піддаються зчитуванню людиною.

Звертаючись тепер до фіг. 10, проілюстровано спосіб визначення значення марки осадки на ватерлінії судна. Зокрема:

на етапі 1001 використовують алгоритм OCR для встановлення можливих знаків марки осадки на зображенні і для встановлення їхнього положення на зображенні;

на етапі 1002 установлюють і присвоюють значення кожному з можливих знаків марки осадки, указуючи ймовірність того, що він є частиною шкали осадки;

5 на етапі 1003 положення встановлених марок осадки перевіряють на предмет відсутності будь-яких марок осадки;

на етапі 1004 відсутні марки осадки додають у положення, для яких була встановлена відсутність марок осадки;

10 на етапі 1005 найвище розташованій марці осадки на корпусі на зображенні дають кожне можливе значення;

на етапі 1006 кожній з інших марок осадки в шкалі присвоюють значення, зумовлене її положенням відносно найвище розташованої марки осадки.

на етапі 1007 повторюють етап 1006 для кожного з можливих значень, присвоєних найвище розташованій марці осадки;

15 на етапі 1008 для кожної можливої послідовності марок осадки підсумовують імовірність того, що кожна марка осадки являє собою знак марки осадки, необхідний для цієї послідовності; і

на етапі 1009 послідовність значень, яка має найбільшу суму ймовірностей, визначають як правильну послідовність.

20 Цей алгоритм застосовують для визначення 10 см марок, а також метрових марок.

Відносно метрових марок спосіб, показаний на фіг. 10, може бути застосований для зображень під різними кутами повороту/нахилу, тим самим дозволяючи визначити правильні значення метрових марок на межі води і марки осадки (рівень 125 води), навіть якщо метрові марки окремо не піддаються зчитуванню людиною на межі води і марки осадки. Це можливо лише завдяки тому, що за допомогою способів, описаних вище, можна встановити положення в декартових координатах кожної метрової марки.

Нижче наведені додаткові подробиці про етапи 1001 і 1002 у способі, призначеному для визначення значень марки осадки на рівні води.

Відносно етапу 1001:

30 1001a) До перетвореного зображення застосовують крайовий фільтр згортки. Це створює зображення в шкалі сірих тонів, у якому будь-які краї на перетвореному зображенні будуть мати більш високі числові значення.

35 1001b) Фільтр згортки з шаблонами різних чисел марки осадки в якості ядра застосовують до зображення, створеного на етапі 1001a). Ці шаблони є прикладами того, як виглядали б добре сформовані марки осадки у випадку, якби до них було застосовано крайовий фільтр згортки. Ці шаблони масштабують до різних розмірів (менший, рівний і більший) очікуваного розміру марки осадки. Результатом цього етапу є набір "зображень" зі значеннями, які дорівнюють тому, наскільки добре ця ділянка крайового зображення відповідає шаблону.

40 1001c) До результату етапу 1001b) застосовують алгоритм локальних максимумів, який видає максимальні значення і положення цих максимальних значень результату етапу 1001b) на малих (у розмірах марки осадки) ділянках.

1001d) Перелік можливих марок осадки генерують на основі результатів згортки, згенерованих на етапі 1001c).

Відносно етапу 1002:

45 Виконують пошук у переліку можливих марок осадки з етапу 1001d), щоб знайти всі марки осадки, що збігаються. Марки осадки, що збігаються, поєднують в одну марку осадки в переліку, який буде мати різний показник або "імовірність" для кожного можливого числового значення. Наприклад, якщо збігаються "2" з показником 0,3, інша "2" з показником 0,15 і "4" з показником 0,8, їх поєднують в одну марку осадки з показником 0,3 для значення 2 і з показником 0,8 для 4.

50 Осадку судна можна визначати двома різними способами. У першому способі осадку судна визначають шляхом об'єднання даних OCR з відеозображень, що містять марки осадки, з вимірюваннями відстані і точними вимірюваннями припливу. У цьому способі не потрібно, щоб рівень води був виявлений на зображеннях (цей спосіб називають способом OLT – OCR, Laser distance (лазерна дальнометрія) і Tide (приплив)).

55 Із посиланням на фіг. 11 спосіб OLT для визначення осадки судна проілюстровано більш докладно. Зокрема:

на етапі 1101 перетворюють зображення з відео марок осадки і застосовують алгоритми OCR, як визначено вище, так, що виявляють положення і значення марок осадки, і при цьому є постійна кількість пікселів на метр на зображенні, і відоме розташування центру зображення в просторі декартових координат;

на етапі 1102 вибирають марку осадки й обчислюють вертикальне положення в декартових координатах вибраної марки осадки, використовуючи її вертикальну відстань у пікселях до центру зображення, кількість пікселів на метр зображення і висоту центру зображення в декартових координатах;

5 на етапі 1103 одержують дані вимірювань припливу;

На етапі 1104 змінюють дані вимірювань припливу на такі ж координати, що й вихідна точка в декартових координатах для вертикального положення марки осадки, вибраного на етапі 2 вище;

10 на етапі 1105 віднімають вимірювання припливу з висоти в декартових координатах марки осадки, вибраної на етапі 1102;

на етапі 1106 визначають осадку судна шляхом віднімання результату обчислення, отриманого на етапі 1105, зі значення осадки марки осадки, вибраного на етапі 2; і

15 на етапі 1107 вимірювання осадки, одержане на етапі 1106, обчислюють для ряду зображень протягом деякого періоду часу (наприклад, 10 секунд), і значення осадки для вимірюваної шкали визначають як середнє арифметичне значень осадки, обчислених протягом періоду.

20 Із посиланням на фіг. 12 проілюстровано другий спосіб визначення осадки судна. Зокрема, на фіг. 12 зображено алгоритм машинного зору, який може бути використаний для визначення рівня 125 води на зображеннях (а отже і осадки судна) шляхом визначення того, які марки осадки перебувають під водою. Зокрема:

на етапі 1201 відеозображення, які містять ватерлінію 125 судна, перетворюють так, щоб точка спостереження перебувала безпосередньо перед пристроєм 110 оптичного формування зображень, згідно зі способом, розглянутим вище;

25 на етапі 1202 використовують алгоритм OCR для визначення положення і значення марок осадки на першому зображенні відео;

на етапі 1203 оцінюють положення і значення марок осадки під водою на основі положення і значення марок осадки, які не перебувають під водою;

на етапі 1204 положення марок осадки відслідковують від зображення до зображення у відео;

30 на етапі 1205 аналізують кожне зображення, щоб визначити, перебуває чи ні верхня або нижня частина кожного знака марки осадки під водою (слід зазначити, що використовують верхню і нижню частини марок осадки, оскільки це є положенням на зображенні, яке найбільше змінюється у випадках зміни між наявністю і відсутністю води, навіть у випадку дуже чистої води);

35 на етапі 1206 верхні й нижні частини марки осадки, які перебувають (або не перебувають) під водою, використовують для визначення ймовірного діапазону на зображенні, де має бути рівень води (тобто поруч із місцем, де верхня або нижня частина марки осадки виходить з води, і верхня або нижня частина марки осадки нижче перебуває під водою);

40 на етапі 1207 аналізують відмінності між зображеннями відео для визначення розташування рівня води. До алгоритму можуть бути застосовані вагові коефіцієнти на основі ймовірного діапазону, виявленого з використанням верхніх і нижніх частин марки осадки; і

на етапі 1208 вимірювання осадки приймають як середнє арифметичне осадки, обчисленої для кожного із зображень протягом періоду часу (наприклад, 10 секунд).

45 Із посиланням на фіг. 13 проілюстровано спосіб об'єднування осадок на основі GNSS, осадок OLT на основі машинного зору й осадок на рівні води на основі машинного зору для обчислення розрахункового значення осадки в режимі реального часу. Зокрема:

50 на етапі 1301 і для кожної шкали осадки на причальній стороні на судні початкові показання осадки OLT згідно зі способом, показаним на фіг. 11, приймають у ряді (наприклад, 7) різних вертикальних положень уздовж марок осадки. Алгоритм використовують для визначення того, чи є початкові осадки OLT дійсними, і для обчислення для кожної зі шкал осадки одного початкового значення осадки OLT;

на етапі 1302 і для кожної шкали осадки на причальній стороні на судні дійсність початкової осадки на рівні води відповідно до способу, показаного на фіг. 12, підтверджують шляхом її порівняння з початковою осадкою OLT;

55 на етапі 1303 підтверджені початкові осадки на рівні води використовують для ініціалізації значень осадки на основі GNSS;

на етапі 1304 значення осадки на основі GNSS обчислюють протягом усього навантаження, використовуючи зміни у висоті шести датчиків GNSS, розташованих на судні, для моделювання зміни в осадці судна в марках осадки порівняно з початковою осадкою;

на етапі 1305 протягом усього навантаження проводять OLT вимірювання по відео рівня 125 води відповідно до фіг. 11 і вимірювання осади на рівні води відповідно до фіг. 12;

на етапі 1306 для підтвердження вимірювання осади на рівні води кожне з вимірювань осади на рівні води порівнюють як з OLT вимірюваннями осади, так і з вимірюваннями осади на основі GNSS; і

на етапі 1307 визначають вимірювання осади судна на основі поточних і попередніх підтверджених осадок на рівні води і осадок на основі GNSS.

У способі, показаному на фіг. 13, ініціалізацію осади на основі GNSS постійно коректують на основі підтверджених осадок на рівні води, і якщо не можна обчислити поточну підтверджену осадку на рівні води, результати системи автоматизованого визначення ваги за осадкою встановлюють на осадку на основі GNSS.

Підтвердження трьох способів вимірювання осади шляхом порівняння один з одним значним чином підвищує цілісність, надійність і точність порівняно з використанням тільки одного способу.

У нижченаведених абзацах наведені додаткові подробиці про етап 1301.

В алгоритмі на етапі 1301 використовують медіану показань осади OLT, які перебувають у межах діапазону, що конфігурується, медіани всіх показань осади OLT. У випадку недостатньої кількості показань у межах діапазону, що конфігурується, його вважають недійсним;

Цей спосіб дозволяє відкинути всі показання з неправильним значенням метрової марки й забезпечити те, щоб вони не впливали на результат. Це пов'язано з тим, що розповсюджена помилка полягає в неправильному визначенні метрового значення, оскільки на зображенні зазвичай є тільки 3 метрові марки порівняно з приблизно десятьма 10 см марками.

У цьому описі слід розуміти, що, якщо в даному документі приводять посилання на будь-яку публікацію з рівня техніки, то таке посилання не означає визнання того, що ця публікація утворює частину загальнодоступних відомих знань у даній галузі техніки в Австралії або будь-якій іншій країні.

У наступній формулі винаходу і попередньому описі даного винаходу, за винятком випадків, коли контекст вимагає іншого в силу явно виражених формулювань або необхідного логічного висновку, слово "містити" або його варіанти, такі як "містить" або "що містить", уживаються в інклюзивному сенсі, тобто для вказівки наявності заявлених ознак, але не для виключення наявності або додавання додаткових ознак у різних варіантах здійснення даного винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб визначення осади судна, що включає етапи:
вимірювання осади судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осади для осади судна на основі автоматичного виявлення положення марок осади на корпусі судна;
використання даних оптичного вимірювання осади для ініціалізації даних про висоту, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, для надання даних висотного вимірювання осади для осади судна; і
використання даних висотного вимірювання осади для надання щонайменше одного вимірювання осади судна після етапу ініціалізації даних висотного вимірювання осади.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що етап вимірювання осади судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень додатково включає:
захоплення оптичного зображення марок осади на корпусі судна;
виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення для надання даних OCR для кожної із марок осади; і
використання даних OCR при визначенні даних оптичного вимірювання осади.
3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що дані оптичного розпізнавання знаків включають, для кожної марки осади, числове значення, що відповідає зображеному числу, пов'язаному з маркою осади, і спосіб додатково включає етапи:
перетворення оптичного зображення так, що є постійна кількість пікселів на метр на зображенні; для кожної марки осади, визначення вертикальної висоти в просторі декартових координат марки осади; і
використання даних OCR і розташування в просторі декартових координат кожної марки осади при визначенні даних оптичного вимірювання осади для осади судна.
4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що додатково включає етапи:
одержання даних про приплив, що відповідають вимірюванню висоти припливу в околі судна;

перетворення даних про приплив на той же простір декартових координат, що й визначені вертикальні висоти марок осадки, таким чином ідентифікуючи висоту припливу в зазначеному просторі декартових координат;

для кожної марки осадки, віднімання перетворених даних про приплив від вертикальної висоти, визначеної для марки осадки, для визначення висоти марки осадки над припливом; і

для кожної марки осадки, віднімання визначеної висоти марки осадки над припливом із числового значення марки осадки для одержання вимірювання осадки судна.

5. Спосіб за п. 3 або 4, який **відрізняється** тим, що вертикальну висоту визначають відносно центра вказаного оптичного зображення в межах оптичного зображення, яке має відому висоту в просторі декартових координат, шляхом обчислення вертикальної відстані у пікселях відносно центра вказаного оптичного зображення, перетворення вказаної вертикальної відстані у пікселях до декартової відстані відповідно до постійної кількості пікселів на метр, і поєднання з відомою висотою центра вказаного оптичного зображення.

6. Спосіб за будь-яким із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що етап вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень включає:

вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна і щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що щонайменше один пристрій оптичного формування зображень розташований на поворотно-похилій платформі і щонайменше один лазерний далекомірний пристрій розташований суміжно із щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

при цьому спосіб включає:

експлуатацію лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі судна; і

використання поворотно-похилої платформи для переміщення пристрою оптичного формування зображень у друге положення, і використання указаної поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням.

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що:

у першому положенні оптична вісь пристрою оптичного формування зображень є, по суті, перпендикулярною поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано указаний пристрій оптичного формування зображень; і

при цьому вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням включає вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

9. Спосіб за будь-яким із пп. 6-8, який **відрізняється** тим, що включає етап використання вимірювань:

i) відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для створення набору тривимірних даних розташування щонайменше однієї точки на поверхні корпусу щонайменше в околі одного набору марок осадки.

10. Спосіб за будь-яким із пп. 6-9, який **відрізняється** тим, що включає етап використання:

i) вимірювань відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для визначення ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

11. Спосіб за будь-яким із пп. 6-10, який **відрізняється** тим, що включає етап виконання перетворення щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки; при цьому при перетворенні використовують відносний кут між другим положенням, у якому вказане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і указаним першим положенням.

12. Спосіб за будь-яким із пп. 6-10, який **відрізняється** тим, що включає етапи:

одержання щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки;

коректування вказаного зображення на відносний кут між другим положенням, у якому вказане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і вказаним першим положенням для створення відкоректованого зображення; і виконання оптичного розпізнавання знаків вказаного відкоректованого зображення.

5 13. Спосіб за будь-яким із пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап перетворювання зображення марок осадки так, щоб здавалося, що корпус судна розташований у вертикальній площині, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

10 14. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що перетворення виконують для перетворення зображення так, щоб здавалося, що його було отримано пристроєм оптичного формування зображень:

i) розташованим у точці спостереження, яка:

a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено вказане судно, і

b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і

15 ii) таким, що працює з безкінечним збільшенням.

15 15. Спосіб за п. 13 або 14, який **відрізняється** тим, що перетворення виконують для перетворення зображення так, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, в якій утворюється зображення.

20 16. Спосіб за будь-яким із пп. 1-15, який **відрізняється** тим, що вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту включає розташування щонайменше одного пристрою GNSS або GPS на судні для вимірювання висоти судна й одержання тим самим даних про висоту і використання даних про висоту для визначення осадки судна.

17. Спосіб за будь-яким із пп. 1-16, який **відрізняється** тим, що включає етапи:

25 розміщення щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS на вказаному судні в положеннях, зміщених у бічному напрямку відносно поздовжньої осі вказаного судна;

вимірювання даних про висоту на вказаних щонайменше двох пристроях GNSS або GPS; і

використання даних про висоту для визначення кута крену судна і тим самим надання даних про кут крену.

30 18. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що включає етап використання даних про кут крену й оптичних даних осадки для визначення вимірювання осадки судна для океанської сторони судна.

19. Спосіб за будь-яким із п. 17 або 18, який **відрізняється** тим, що включає етап використання даних про висоту від щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS для визначення кута кільової хитавиці судна й тим самим надання даних про кут кільової хитавиці.

35 20. Спосіб за будь-яким із пп. 1-19, який **відрізняється** тим, що включає етап виконання декількох вимірювань осадки судна під час навантаження або розвантаження судна для надання вимірювань осадки судна в режимі реального часу або майже в реальному часі.

21. Система визначення осадки судна, яка містить:

40 щонайменше один пристрій оптичного формування зображень, розташований на причалі, і щонайменше один пристрій GNSS або GPS;

при цьому система виконана з можливістю:

вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки на основі автоматичного виявлення положення марок осадки на корпусі судна;

45 використання даних оптичного вимірювання осадки для ініціалізації даних висотного вимірювання осадки, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, при цьому при використанні щонайменше один пристрій GNSS або GPS розташований на судні; і

використання даних висотного вимірювання осадки для надання щонайменше одного вимірювання осадки судна після етапу ініціалізації даних висотного вимірювання осадки.

50 22. Система за п. 21, яка **відрізняється** тим, що додатково містить блок обробки даних, і при цьому вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки додатково включає: захоплення оптичного зображення марки осадки;

55 експлуатацію блока обробки даних для виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення для надання даних OCR для марок осадки; і вказану обробку даних OCR для надання даних оптичного вимірювання осадки.

23. Система за п. 22, яка **відрізняється** тим, що дані оптичного розпізнавання знаків включають, для кожної марки осадки, числове значення, що відповідає зображеному числу, пов'язаному з маркою осадки, і система додатково виконана з можливістю:

60

перетворення оптичного зображення так, що є постійна кількість пікселів на метр на зображенні; для кожної марки осадки, визначення вертикальної висоти в просторі декартових координат марки осадки; і

використання даних OCR і розташування в просторі декартових координат кожної марки осадки при визначенні даних оптичного вимірювання осадки для осадки судна.

24. Система за п. 23, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю:

одержання даних про приплив, що відповідають вимірюванню висоти припливу в околі судна;

перетворення даних про приплив на той же простір декартових координат, що й визначені вертикальні висоти марок осадки, таким чином ідентифікуючи висоту припливу в зазначеному просторі декартових координат;

для кожної марки осадки, віднімання перетворених даних про приплив з вертикальної висоти, визначеної для марки осадки, для визначення висоти марки осадки над припливом; і

для кожної марки осадки, віднімання визначеної висоти марки осадки над припливом із числового значення марки осадки для одержання вимірювання осадки судна.

25. Система за п. 23 або 24, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю визначення вертикальної висоти відносно центра вказаного оптичного зображення в межах оптичного зображення, яке має відому висоту в просторі декартових координат, шляхом обчислення вертикальної відстані у пікселях відносно центра вказаного оптичного зображення, перетворення вказаної вертикальної відстані у пікселях до відстані декартових координат відповідно до постійної кількості пікселів на метр, і поєднання з відомою висотою центра вказаного оптичного зображення.

26. Система за будь-яким із пп. 21-25, яка **відрізняється** тим, що вимірювання осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для надання даних оптичного вимірювання осадки додатково включає:

експлуатацію вимірювального пристрою для вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна й щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

27. Система за п. 26, яка **відрізняється** тим, що додатково містить поворотно-похилу платформу, на якій установлений указаний щонайменше один пристрій оптичного формування зображень; і лазерний далекомірний пристрій, розташований суміжно із указаним щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

при цьому вказана система додатково виконана з можливістю:

експлуатації лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі судна;

експлуатації поворотно-похилого блока для переміщення пристрою оптичного формування зображень між щонайменше першим заданим положенням і другим положенням, у якому вимірюють указану відстань між указаним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі; і

експлуатації поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між щонайменше першим заданим положенням і другим положенням.

28. Система за п. 27, яка **відрізняється** тим, що

у першому положенні оптична вісь щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень є, по суті, перпендикулярною поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано пристрій оптичного формування зображень; і

при цьому вимірювання відносного кута між першим положенням і другим положенням включає вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

29. Система за п. 26 або 27, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю одержання щонайменше одного вимірювання відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом і відповідного вимірювання відносного кута між першим положенням і другим положенням, в якому вимірюють указану відстань, у результаті чого шляхом вказаного щонайменше одного вимірювання створюється набір даних із тривимірних даних розташування щонайменше однієї точки на поверхні корпусу судна щонайменше в околі одного набору марок осадки.

30. Система за п. 29, яка **відрізняється** тим, що виконана з можливістю використання набору даних тривимірних даних щонайменше однієї точки на поверхні корпусу при визначенні ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

31. Система за будь-яким із пп. 26-30, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
5 можливістю коректування щонайменше одного зображення корпусу, яке містить щонайменше один набір марок осадки, на відносний кут між положенням пристрою оптичного формування зображень, у якому було отримане зображення марок осадки, і заданим першим положенням.

32. Система за будь-яким із пп. 21-30, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
10 можливістю:

експлуатації щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень для одержання
щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки, на корпусі
судна; і

коректування указанного зображення на відносний кут між першим заданим положенням
указаного пристрою оптичного формування зображень і другим положенням, у якому указане
15 зображення було захоплено указаним пристроєм оптичного формування зображень, таким
чином створюючи щонайменше одне відкоректоване зображення; і

виконання оптичного розпізнавання знаків указанного щонайменше одного відкоректованого
зображення.

33. Система за будь-яким із пп. 21-32, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
20 можливістю

перетворення зображення марок осадки, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються
рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

34. Система за будь-яким із пп. 21-33, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
можливістю перетворення щонайменше одного зображення марок осадки так, щоб:

25 i) здавалося, що його було отримано пристроєм оптичного формування зображень,
розташованим у точці спостереження, яка:

a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено указане судно; і

b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і

ii) здавалося, що указаний пристрій оптичного формування зображень, розташований у вказаній
30 точці спостереження, працює з безкінечним збільшенням при захопленні вказаного
щонайменше одного зображення.

35. Система за п. 33 або 34, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю
перетворення зображення так, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють
зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, в якій утворюється
35 зображення.

36. Система за будь-яким із пп. 21-35, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
можливістю приймання даних про висоту від щонайменше одного пристрою GNSS або GPS,
розташованого на судні, для вимірювання висоти судна і використання даних про висоту для
визначення даних висотного вимірювання осадки судна.

37. Система за будь-яким із пп. 21-36, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
40 можливістю:

приймання даних від щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS, розміщених на судні так, що
щонайменше один пристрій GNSS або GPS розташований на лівій стороні указанного судна і
щонайменше один пристрій GNSS або GPS розташований на правій стороні указанного судна,
45 для надання даних про висоту лівого борту й даних про висоту правого борту; і
обробки даних про висоту лівого борту і даних про висоту правого борту для визначення кута
крену судна і для надання даних про кут крену.

38. Система за п. 37, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю
використання даних про кут крену й оптичних даних осадки з причальної сторони судна для
50 визначення даних вимірювання осадки для океанської сторони судна.

39. Система за п. 37 або 38, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з можливістю:
розташування щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS в окремих місцях, розташованих на
відстані один від одного в поздовжньому напрямку корпусу, для надання даних про висоту в
носовій частині і даних про висоту в кормовій частині; і
55 обробки даних про висоту в носовій частині і даних про висоту в кормовій частині для
визначення кута кильової хитавиці судна.

40. Система за будь-яким із пп. 21-39, яка **відрізняється** тим, що додатково виконана з
можливістю виконання декількох вимірювань осадки судна під час навантаження або
розвантаження для надання вимірювання осадки судна в режимі реального часу або майже в
60 реальному часі.

41. Спосіб визначення осадки судна з використанням щонайменше одного пристрою оптичного формування зображень, що включає:

одержання даних про приплив, що визначають рівень припливів у розташуванні судна;
експлуатацію пристрою оптичного формування зображень для захоплення оптичного зображення марок осадки на корпусі судна;

виконання обробки з оптичного розпізнавання знаків (OCR) оптичного зображення для надання даних OCR для марок осадки;

визначення розташування в просторі декартових координат марок осадки;

використання даних OCR і розташування в просторі декартових координат марок осадки при визначенні даних оптичного вимірювання осадки для осадки судна, у тому числі:

віднімання даних про приплив з розташування марки осадки в просторі декартових координат для визначення висоти вибраної марки осадки над припливом; і

віднімання висоти вибраної марки осадки над припливом із числового значення вибраної марки осадки для одержання вимірювання осадки судна.

42. Спосіб за п. 41, який **відрізняється** тим, що додатково включає:

вимірювання відстані між щонайменше однією точкою на корпусі судна і щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

вимірювання відносного кута між першим і другим положеннями оптичної осі пристрою оптичного формування зображень, при цьому перше положення є заданим положенням, а друге положення є положенням пристрою оптичного формування зображень, коли вимірюють відстань між пристроєм оптичного формування зображень і щонайменше однією точкою на корпусі.

43. Спосіб за п. 42, який **відрізняється** тим, що щонайменше один пристрій оптичного формування зображень розташований на поворотно-похилій платформі і щонайменше один лазерний далекомірний пристрій розташований суміжно із щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень; і

при цьому спосіб включає:

експлуатацію лазерного далекомірного пристрою для вимірювання відстані між щонайменше одним пристроєм оптичного формування зображень і указаною щонайменше однією точкою на корпусі судна; і

використання поворотно-похилої платформи для переміщення пристрою оптичного формування зображень у друге положення, і використання указаної поворотно-похилої платформи для вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням.

44. Спосіб за п. 43, який **відрізняється** тим, що:

у першому положенні оптична вісь пристрою оптичного формування зображень є, по суті, перпендикулярною поздовжній осі причалу, на якому або суміжно з яким розташовано указаний пристрій оптичного формування зображень; і

при цьому вимірювання відносного кута між указаним першим положенням і указаним другим положенням включає вимірювання відносного кута в горизонтальній площині і вертикальній площині.

45. Спосіб за будь-яким із пп. 42-44, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап використання вимірювань:

i) відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для створення набору тривимірних даних розташування щонайменше однієї точки на поверхні корпусу щонайменше в околі одного набору марок осадки.

46. Спосіб за будь-яким із пп. 42-45, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап використання:

i) вимірювань відстані між пристроєм оптичного формування зображень і корпусом; і

ii) відносного кута між першим положенням і другим положенням, для визначення ширини корпусу судна між відповідними марками осадки на лівій і правій сторонах корпусу судна.

47. Спосіб за будь-яким із пп. 42-46, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап виконання перетворення щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки; при цьому при перетворенні використовують відносний кут між другим положенням, у якому указане зображення було захоплене пристроєм оптичного формування зображень, і указаним першим положенням.

48. Спосіб за будь-яким із пп. 40-47, який **відрізняється** тим, що додатково включає етапи:

одержання щонайменше одного зображення, яке містить щонайменше один набір марок осадки;

коректування вказаного зображення на відносний кут між другим положенням, у якому вказане зображення було захоплено пристроєм оптичного формування зображень, і вказаним першим положенням для створення відкоректованого зображення; і

виконання оптичного розпізнавання знаків вказаного відкоректованого зображення.

49. Спосіб за будь-яким із пп. 41-48, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап перетворення вказаного зображення так, щоб здавалося, що корпус судна розташований у вертикальній площині, у результаті чого всі точки на корпусі судна здаються рівновіддаленими від точки спостереження пристрою оптичного формування зображень.

50. Спосіб за п. 49, який **відрізняється** тим, що перетворення виконують для перетворення зображення так, щоб здавалося, що його було отримано пристроєм оптичного формування зображень:

i) розташованим у точці спостереження, яка:

a) перпендикулярна поздовжній осі причалу, біля якого поставлено вказане судно, і

b) перебуває на безкінечній відстані від корпусу судна, і

ii) таким, що працює з безкінечним збільшенням.

51. Спосіб за п. 49 або 50, який **відрізняється** тим, що перетворення виконують для перетворення зображення так, щоб здавалося, що всі промені світла, які утворюють зображення, є паралельними один одному і перпендикулярними площині, в якій утворюється зображення.

52. Спосіб за будь-яким із пп. 41-51, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап вимірювання осадки судна з використанням даних про висоту, наданих щонайменше одним пристроєм GNSS або GPS, для надання даних висотного вимірювання осадки; і

використання даних висотного вимірювання осадки і даних оптичного вимірювання осадки для визначення осадки судна.

53. Спосіб за п. 52, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап використання даних висотного вимірювання осадки для підтвердження даних оптичного вимірювання осадки, на основі яких у випадку підтвердження визначають осадку судна.

54. Спосіб за п. 52 або 53, який **відрізняється** тим, що додатково включає етапи: розміщення щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS на вказаному судні в положеннях, зміщених у бічному напрямку відносно поздовжньої осі вказаного судна;

вимірювання даних про висоту на вказаних щонайменше двох пристроях GNSS або GPS; і

використання даних про висоту для визначення кута крену судна і тим самим надання даних про кут крену.

55. Спосіб за п. 54, який **відрізняється** тим, що включає етап використання даних про кут крену й оптичних даних осадки для визначення вимірювання осадки судна для океанської сторони судна.

56. Спосіб за п. 54 або 55, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап використання даних про висоту від щонайменше двох пристроїв GNSS або GPS для визначення кута кільової хитавиці судна і тим самим надання даних про кут кільової хитавиці.

57. Спосіб за будь-яким із пп. 41-56, який **відрізняється** тим, що додатково включає етап виконання декількох вимірювань осадки судна з використанням як даних висотного вимірювання осадки, так і даних оптичного вимірювання осадки під час навантаження або розвантаження судна для надання вимірювань осадки судна в режимі реального часу або майже в реальному часі.

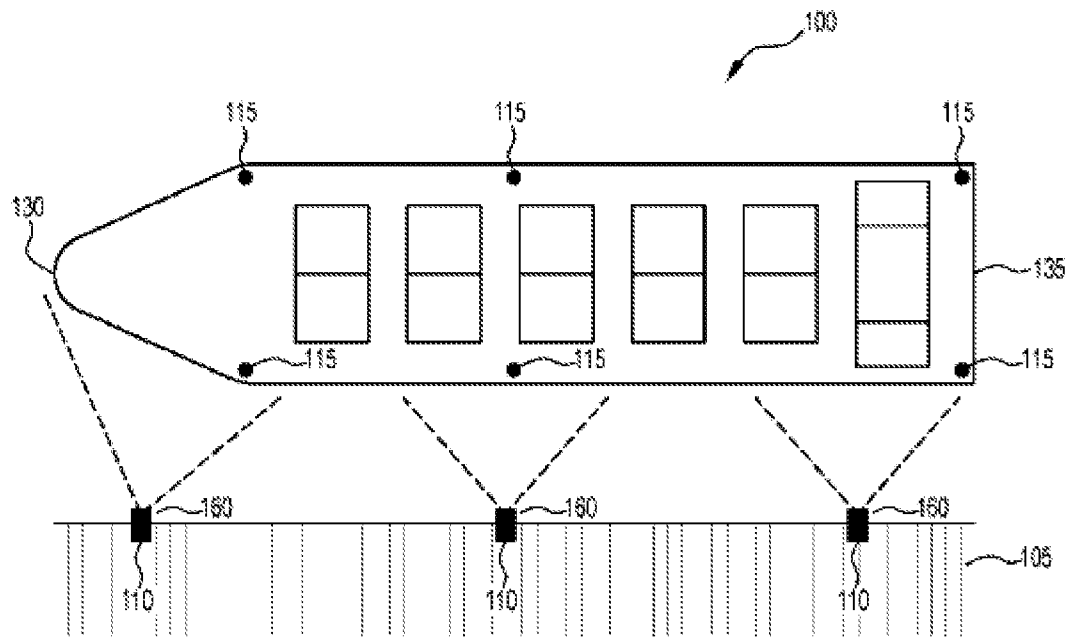


Fig. 1

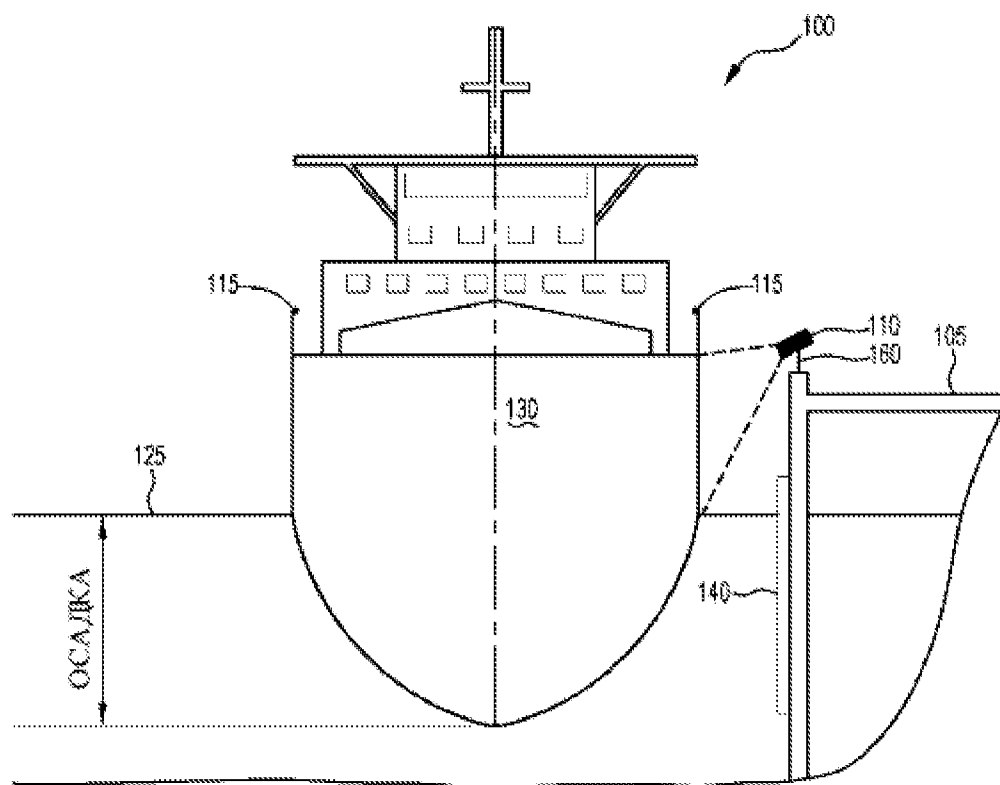
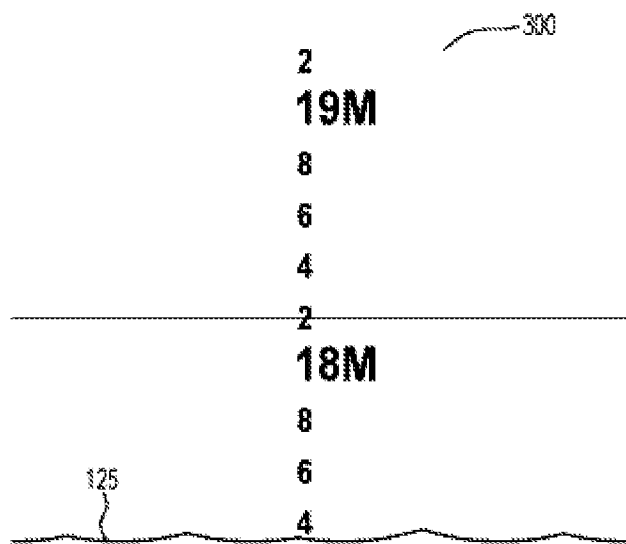
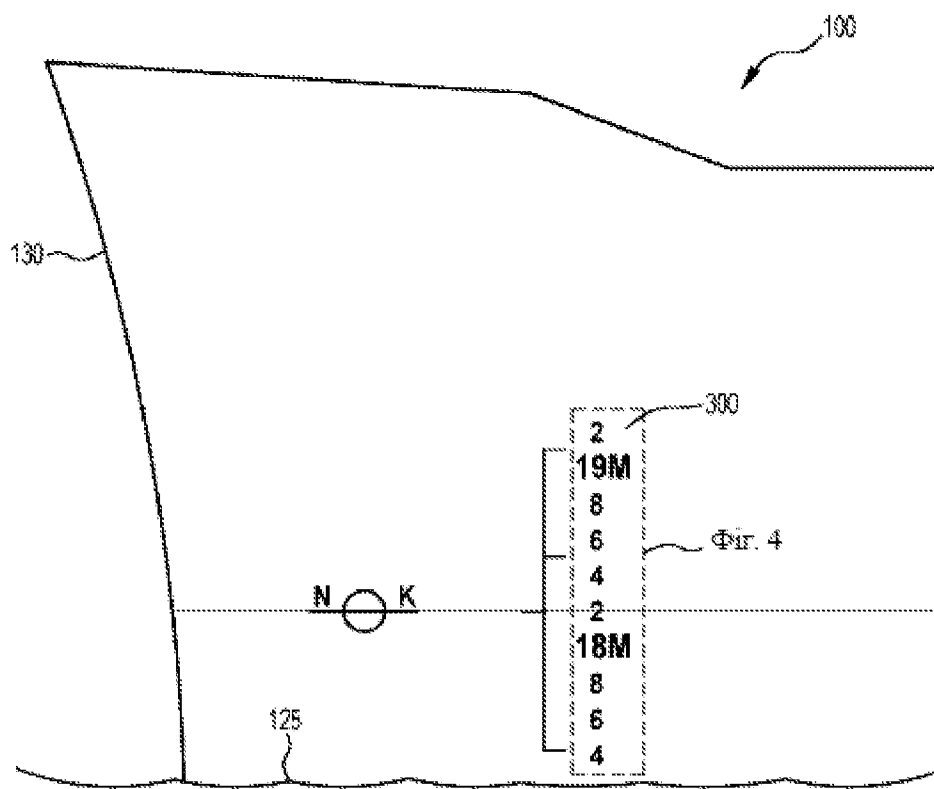


Fig. 2



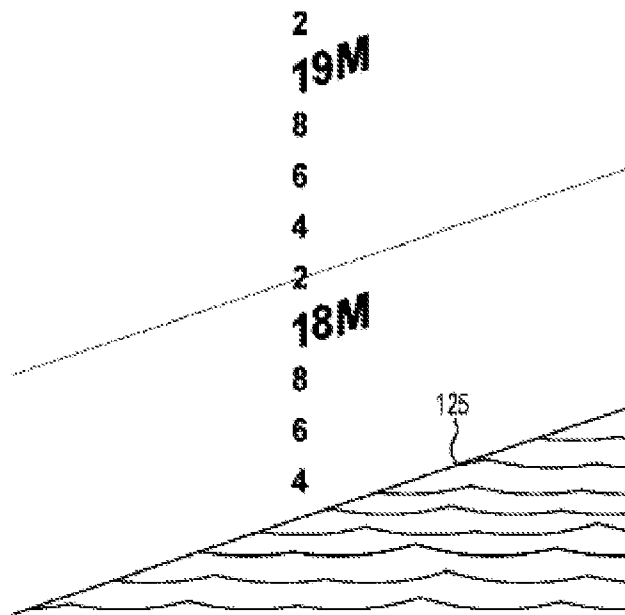


Fig. 5a

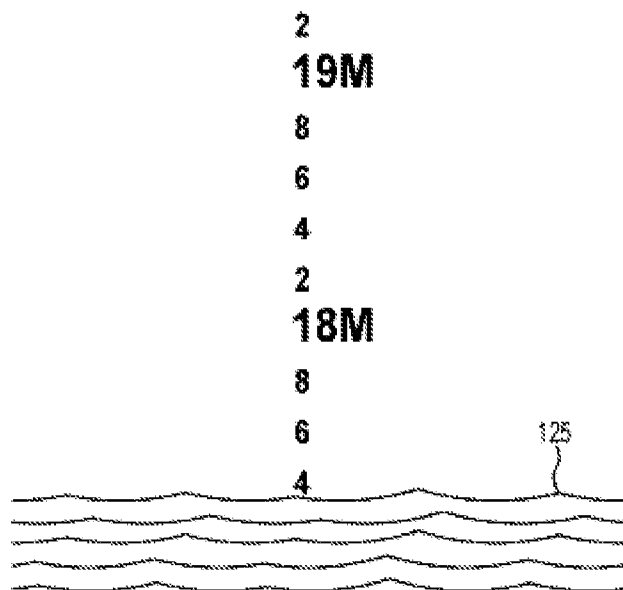


Fig. 5b

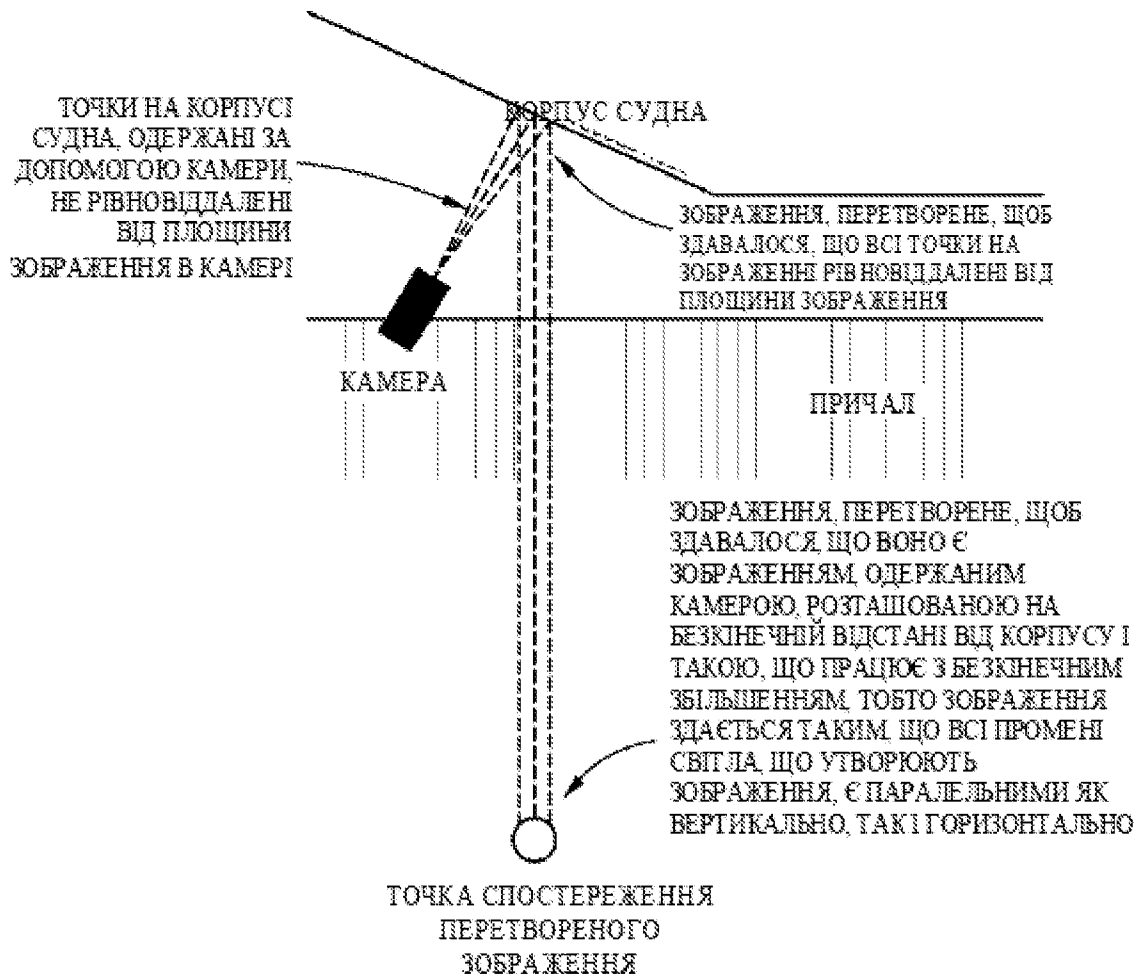


Fig. 5c

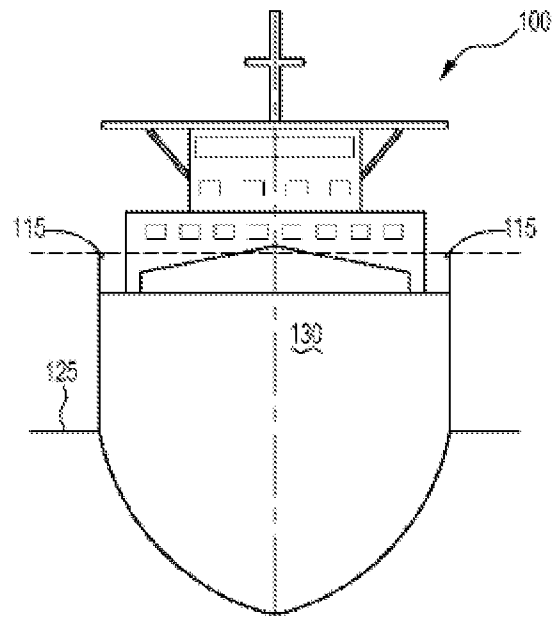


Fig. 6a

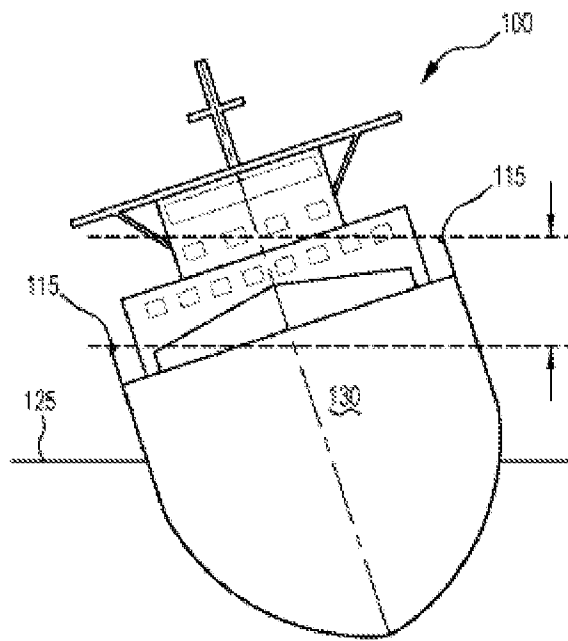


Fig. 6b

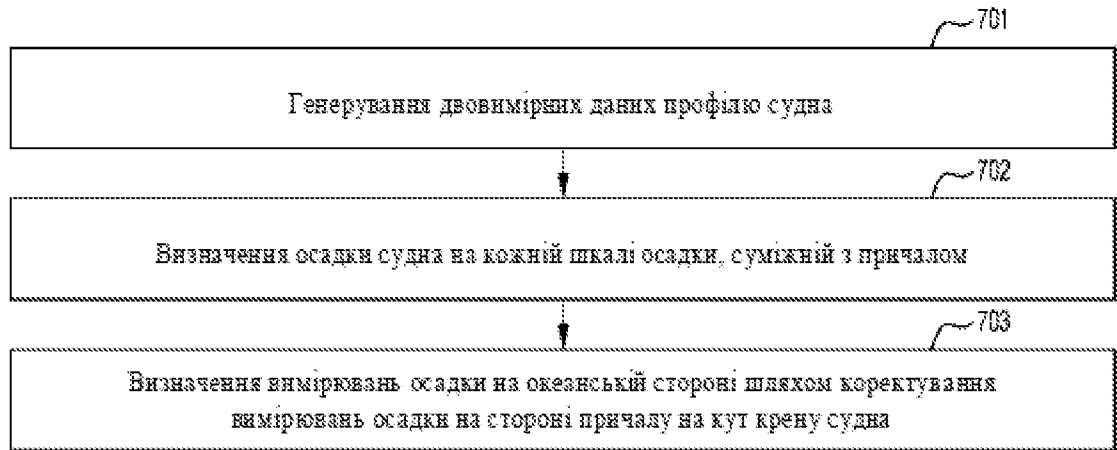


Fig. 7



Fig. 8

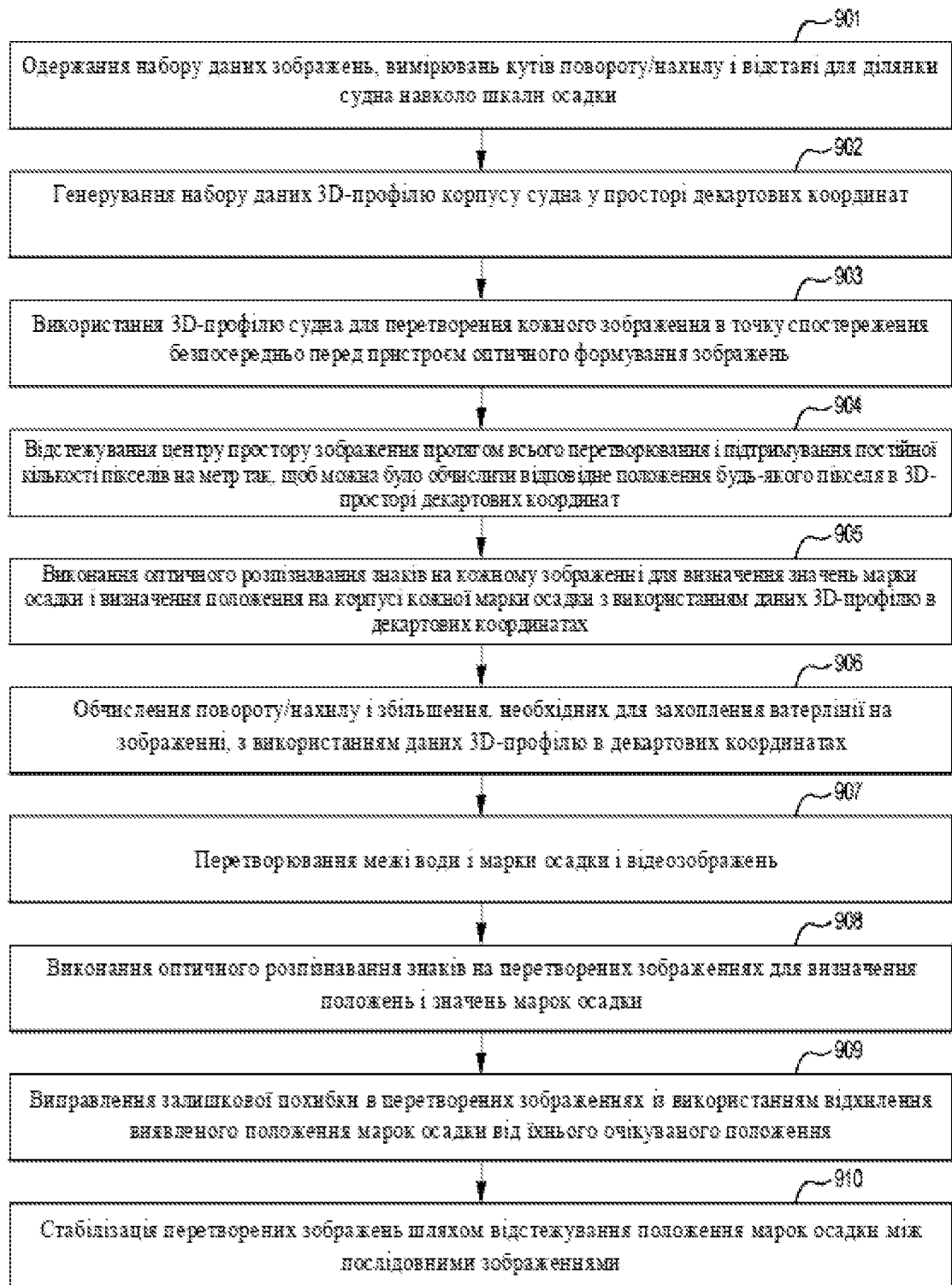


Fig. 9

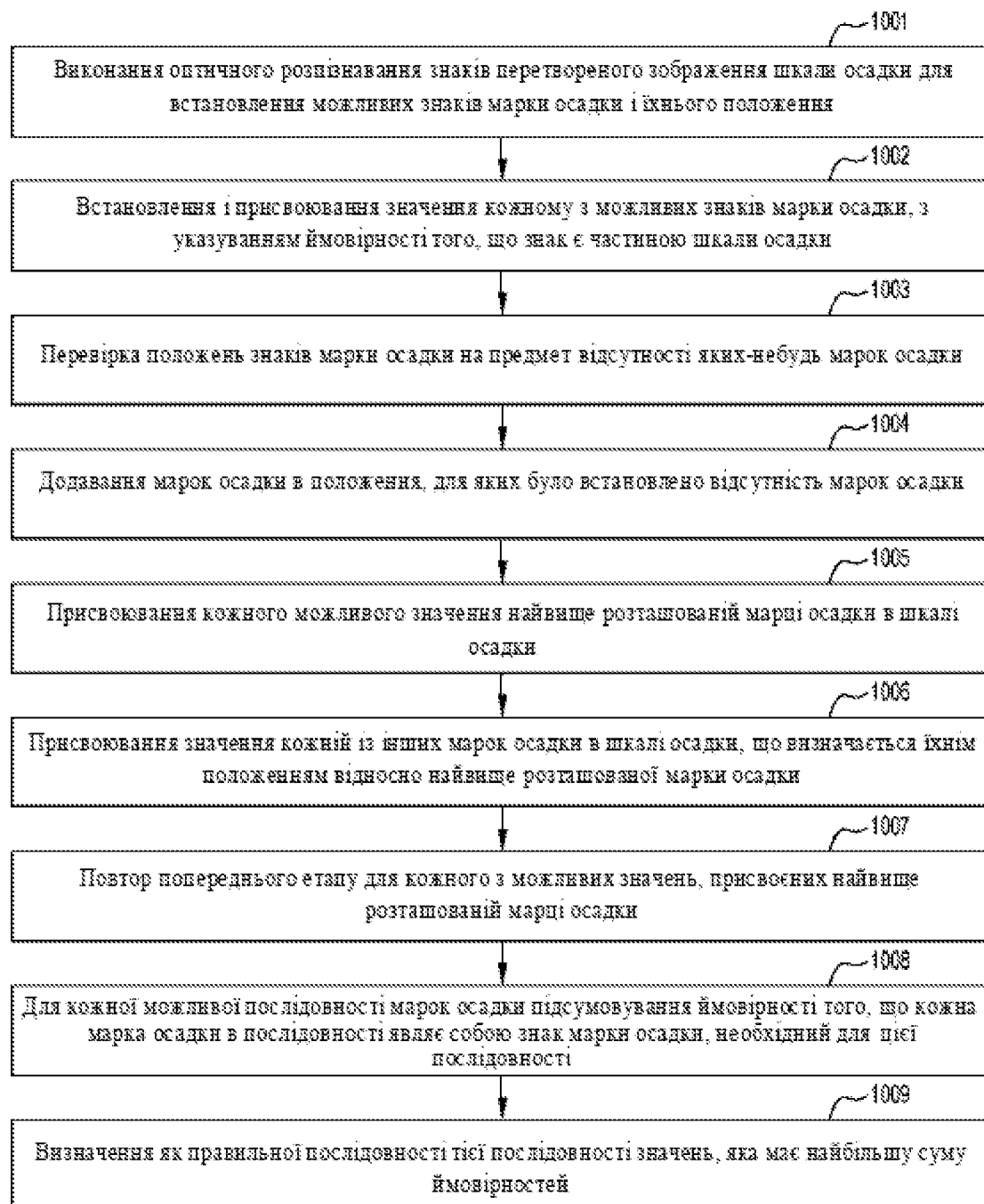


Fig. 10

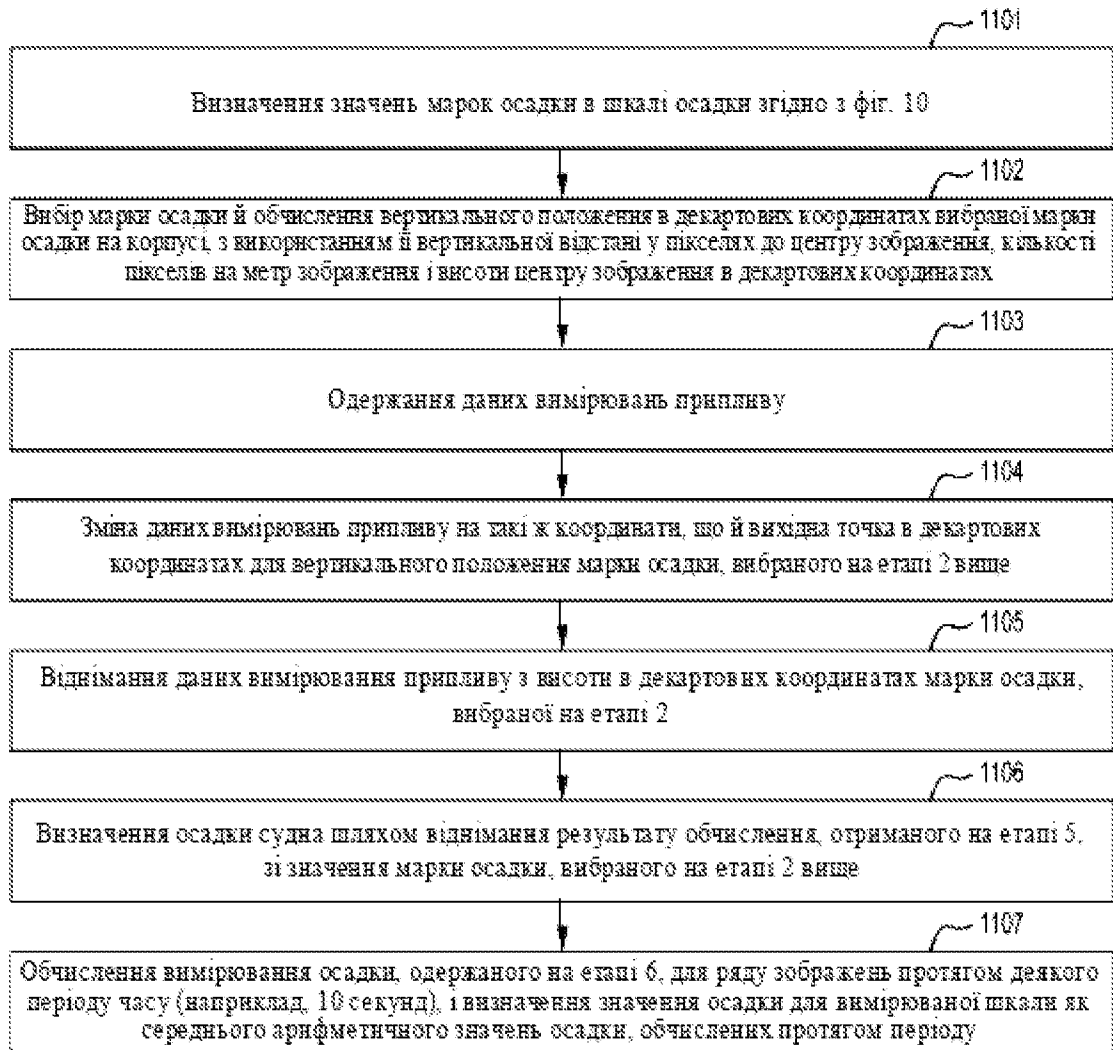
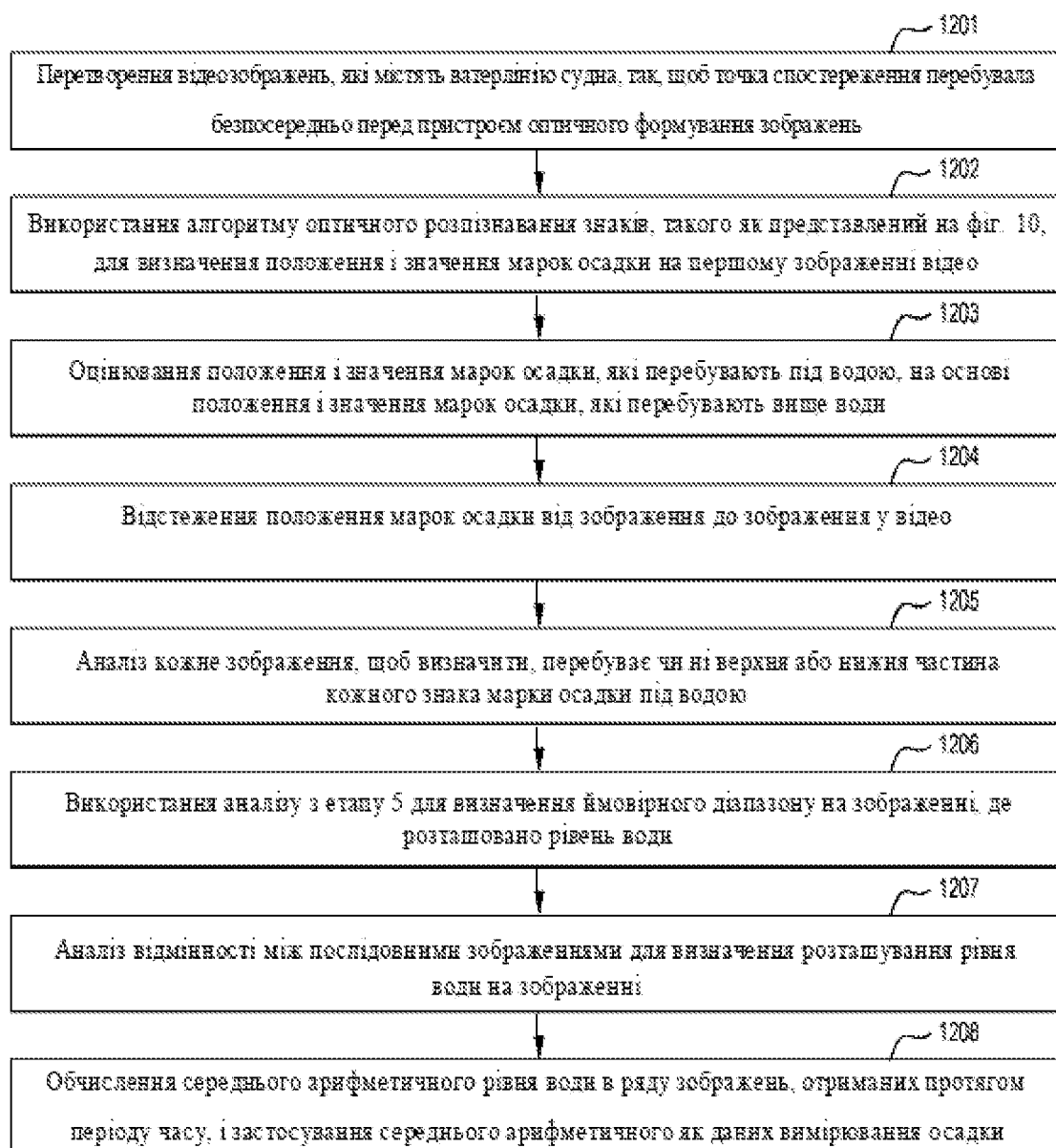


Fig. 11



Фіг. 12

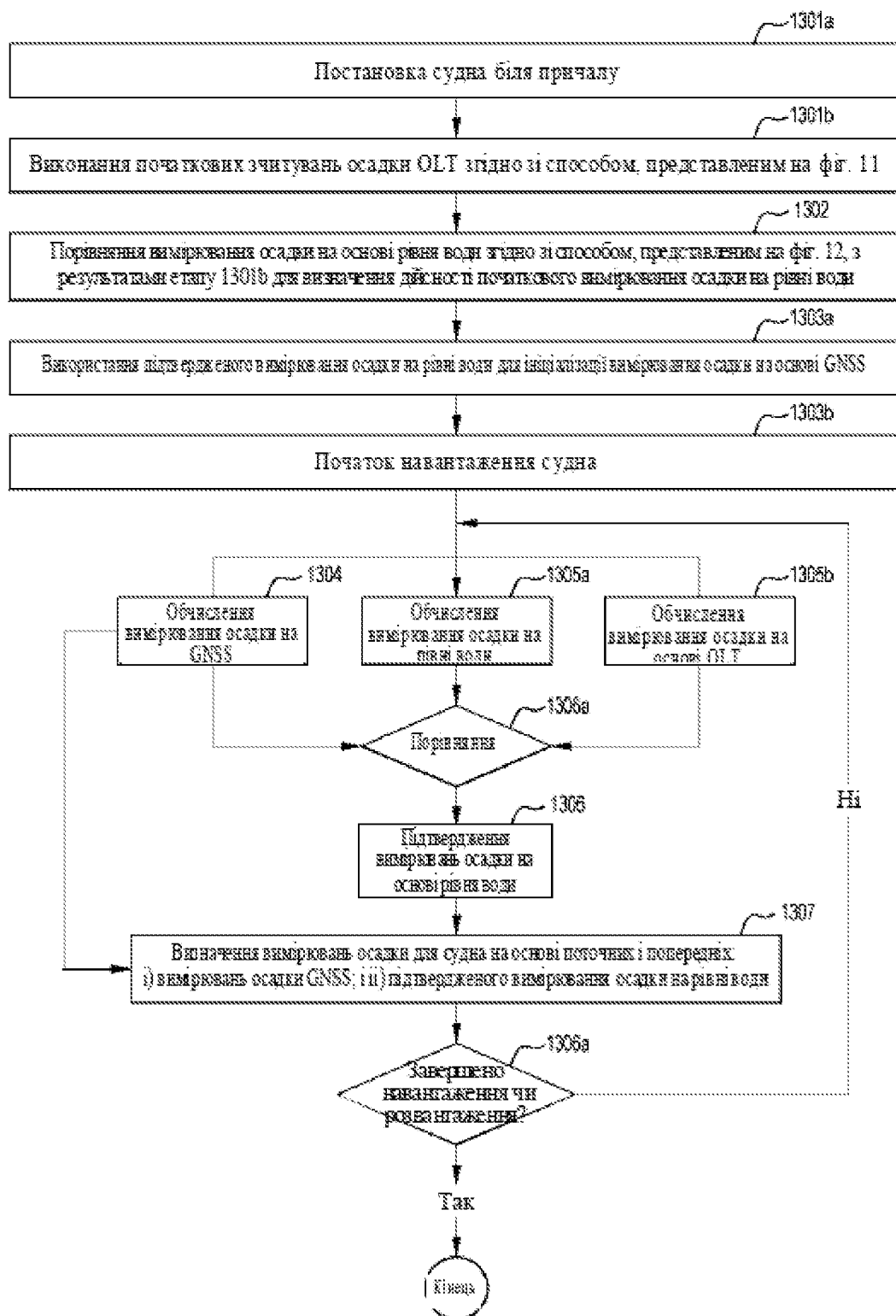


Fig. 13