



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014134808, 28.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.01.2013

Дата регистрации:
23.06.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.01.2012 IT MI2012A000101

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2016 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 23.06.2017 Бюл. № 18

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.08.2014

(86) Заявка РСТ:
IB 2013/050727 (28.01.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/111122 (01.08.2013)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЬЯНКИ Стефано (ИТ),
ГАДЖИОТТИ Федерико (ИТ),
ФОРМЕНТИНИ Федерико (ИТ),
СОВИЛЛА Стефано (ИТ),
БРУСКИ Роберто (ИТ),
ЛАДЗАРИН Диего (ИТ)

(73) Патентообладатель(и):
САИПЕМ С.П.А. (ИТ)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2009098586 A2, 13.08.2009. WO
2011077238 A1, 30.06.2011. US 3487648 A,
06.01.1970. WO 2011086100 A2, 21.07.2011. RU
2229053 C2, 20.05.2004.

(54) **ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА, СПОСОБ И ПРОГРАММА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СПУСКОВОЙ АППАРЕЛЬЮ С ИЗМЕНЯЕМОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ СУДНА-ТРУБОУКЛАДЧИКА ДЛЯ УКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА НА ДНО ВОДОЕМА**

(57) **Формула изобретения**

1. Электронная система управления для управления спусковой аппарелью с изменяемой конфигурацией судна-трубоукладчика для укладки трубопровода на дно водоема; причем электронная система (19) управления выполнена с возможностью: сбора данных, относящихся к конфигурации спусковой аппарели (5), данных, относящихся к судну-трубоукладчику (1), и данных, относящихся к напряжению, вызванному в трубопроводе (2); генерации множества последовательностей шагов для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от первой ко второй рабочей конфигурации; и выбора по меньшей мере одной оптимальной последовательности шагов как функции множества последовательностей шагов и собранных данных, для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2) в каждой промежуточной конфигурации между первой и второй рабочими конфигурациями.

2. Электронная система управления по п. 1, выполненная с возможностью передачи команд спусковой аппарели (5) для осуществления по меньшей мере одного шага из оптимальной последовательности шагов.
3. Электронная система управления по п. 2, выполненная с возможностью: назначения на каждом шаге в оптимальной последовательности шагов оцененных значений, относящихся к промежуточной конфигурации спусковой аппарели (5); сбора данных, относящихся к конфигурации спусковой аппарели (5) в промежуточной конфигурации, и соответствующих оцененным значениям; и сравнения оцененных значений с собранными данными.
4. Электронная система управления по п. 3, выполненная с возможностью передачи команд для осуществления по меньшей мере одного дополнительного шага из оптимальной последовательности шагов, когда разница между оцененными значениями и собранными данными, относящимися к промежуточной конфигурации спусковой аппарели, удовлетворяет заданным критериям приемлемости.
5. Электронная система управления по п. 3, выполненная с возможностью блокировки осуществления дополнительных шагов из оптимальной последовательности шагов, когда разница между оцененными значениями и собранными данными, относящимися к промежуточной конфигурации спусковой аппарели, не удовлетворяет заданным критериям приемлемости.
6. Электронная система управления по п. 5, выполненная с возможностью: генерации другого множества последовательностей шагов для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от промежуточной конфигурации ко второй рабочей конфигурации; и выбора дополнительной оптимальной последовательности шагов как функции множества последовательностей шагов и собранных данных, для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2) в каждой промежуточной конфигурации между начальной промежуточной и второй рабочей конфигурациями.
7. Электронная система управления по п. 1, выполненная с возможностью: выбора оптимальной последовательности шагов с использованием способа, основанного на генетических алгоритмах, и использования функции приспособленности, относящейся к напряжению, вызванному в трубопроводе (2).
8. Электронная система управления по п. 1, выполненная с возможностью определения сил, передаваемых судном-трубоукладчиком (1) и спусковой аппарелью (5) на трубопровод (2).
9. Электронная система управления по п. 1, выполненная с возможностью расчета конфигурации трубопровода (2) между судном-трубоукладчиком (1) и дном (3) водоема (4);
10. Электронная система управления по п. 8, выполненная с возможностью расчета напряжения, вызванного в трубопроводе (2).
11. Электронная система управления по п. 1, и содержащая централизованную систему (20) контроля, выполненную с возможностью сбора, контроля и запоминания обнаруживаемых данных, относящихся к спусковой аппарели (5) и судну-трубоукладчику (1); и направляющую систему (21) укладки труб, подключенную к централизованной системе (20) контроля и выполненную с возможностью контроля в реальном времени напряжения, вызванного в трубопроводе (2).
12. Электронная система управления по п. 11, и содержащая управляющую систему (22) спусковой аппарели, содержащую компьютерный планировщик (29), выполненный с возможностью осуществления программы оптимизации для определения оптимальной последовательности шагов, и компьютерный диспетчер (30) для осуществления и проверки шагов.
13. Электронная система управления по п. 1, выполненная с возможностью: генерации

первого количества последовательностей шагов с первым заданным шагом и второго множества последовательностей шагов со вторым заданным шагом, для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от первой ко второй рабочей конфигурации; и выбора по меньшей мере одной первой и одной второй оптимальных последовательностей шагов как функций собранных данных и соответственно первого и второго множества последовательностей шагов, для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2) в каждой промежуточной конфигурации между первой и второй рабочими конфигурациями; причем первый заданный шаг больше чем второй заданный шаг.

14. Судно-трубоукладчик, содержащее систему управления по п. 1.

15. Спусковая аппарель с изменяемой конфигурацией судна-трубоукладчика, причем спусковая аппарель содержит множество взаимосоединенных сегментов с регулируемым наклоном (11, 12, 13) и множество регулируемых опор (14), установленных на сегменты (11, 12, 13); причем каждый шаг в последовательности шагов связан с перемещением одного из сегментов (11, 12, 13) или опор (14); причем спусковая аппарель (5) оперативно подключена к системе управления по п. 1.

16. Судно-трубоукладчик, содержащее спусковую аппарель с изменяемой конфигурацией по п. 15.

17. Способ управления для управления спусковой аппарелью с изменяемой конфигурацией судна-трубоукладчика для укладки трубопровода на дно водоема; причем способ управления содержит этапы: сбора данных, относящихся к конфигурации спусковой аппарели (5), данных, относящихся к судно-трубоукладчику (1), и данных, относящихся к напряжению, вызванному в трубопроводе (2); генерации множества последовательностей шагов для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от первой ко второй рабочей конфигурации; и выбора по меньшей мере одной оптимальной последовательности шагов как функции множества последовательностей шагов и собранных данных, для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2) в каждой промежуточной конфигурации между первой и второй рабочими конфигурациями.

18. Способ управления по п. 17, содержащий этап передачи команд спусковой аппарели (5) для осуществления по меньшей мере одного шага из оптимальной последовательности шагов.

19. Способ управления по п. 18, содержащий этапы: назначения на каждом шаге из оптимальной последовательности шагов оцененных значений, относящихся к промежуточной конфигурации спусковой аппарели (5); сбора данных, относящихся к конфигурации спусковой аппарели (5) в промежуточной конфигурации и соответствующих оцененным значениям; и сравнения оцененных значений с собранными данными.

20. Способ управления по п. 19, содержащий этап передачи команд спусковой аппарели (5) для осуществления по меньшей мере одного дополнительного шага из оптимальной последовательности шагов, когда разница между оцененными значениями и собранными данными, относящимися к промежуточной конфигурации спусковой аппарели, удовлетворяет заданным критериям приемлемости.

21. Способ управления по п. 19, содержащий этап блокировки осуществления дополнительных шагов из оптимальной последовательности шагов, когда разница между оцененными значениями и собранными данными, относящимися к промежуточной конфигурации спусковой аппарели, не удовлетворяет заданным критериям приемлемости.

22. Способ управления по п. 21, содержащий этапы: генерации другого множества последовательностей шагов для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от

промежуточной конфигурации ко второй рабочей конфигурации; и выбора дополнительной оптимальной последовательности шагов как функции множества последовательностей шагов и собранных данных для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2), в каждой промежуточной конфигурации между начальной промежуточной и второй рабочей конфигурациями.

23. Способ управления по п. 17, содержащий этапы: выбора оптимальной последовательности шагов с использованием способа оптимизации, основанного на генетических алгоритмах; и построения функции приспособленности, относящейся к напряжению, вызванному в трубопроводе (2).

24. Способ управления по п. 17, содержащий этап обнаружения сил, передаваемых судном-трубоукладчиком (1) и спусковой аппарелью (5) на трубопровод (2).

25. Способ управления по п. 17, содержащий этап расчета конфигурации трубопровода (2) между судном-трубоукладчиком (1) и дном (3) водоема (4).

26. Способ управления по п. 24 или 25, содержащий этап расчета напряжения, вызванного в трубопроводе (2).

27. Способ управления по п. 17, в котором спусковая аппарель содержит множество взаимосоединенных сегментов с регулируемым наклоном (11, 12, 13) и множество регулируемых опор (14), установленных на сегменты (11, 12, 13); причем каждый шаг в последовательности шагов связан с перемещением одного из сегментов (11, 12, 13) или опоры (14).

28. Способ управления по п. 17, содержащий этапы: генерации первого множества последовательностей шагов с первым заданным шагом, и второго множества последовательностей шагов со вторым заданным шагом для изменения конфигурации спусковой аппарели (5) от первой ко второй рабочей конфигурации; и выбора по меньшей мере одной первой и одной второй оптимальных последовательностей шагов как функций собранных данных и соответственно первого и второго множества последовательностей шагов, для минимизации напряжения, вызванного в трубопроводе (2) в каждой промежуточной конфигурации между первой и второй рабочими конфигурациями; причем первый заданный шаг больше чем второй заданный шаг.

29. Носитель данных, содержащий программу, которая предписывает компьютеру осуществлять способ по любому одному из пп. 17-28.