



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2014126338, 04.01.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

05.01.2012 US 61/583,591;

02.01.2013 US 13/733,097

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2016 Бюл. № 03

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 27.06.2014

(86) Заявка РСТ:

US 2013/020359 (04.01.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:

WO 2013/103875 (11.07.2013)

Адрес для переписки:

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

(71) Заявитель(и):

МЕРЛИН ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)

(72) Автор(ы):

ЧАУ Альберт В. (US),**ЛЭМ Лок Виет (US)**(54) **УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ, КОМПОНЕНТЫ И СПОСОБЫ**

(57) Формула изобретения

1. Система связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, система содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя передатчик на устье скважины, который передает сигнал на устье скважины на бурильную колонну для передачи на подземный инструмент; и забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента, включающий в себя забойный передатчик, передающий сигнал с забоя скважины на бурильную колонну для передачи на приемник на устье скважины, который образует часть приемопередатчика на устье скважины, и при этом приемопередатчик на устье скважины и забойный приемопередатчик выполнены с возможностью совместной работы для автоматической модификации по меньшей мере одного рабочего параметра передачи сигнала с забоя скважины по меньшей мере частично на основании ухудшения качества сигнала с забоя скважины, обнаруженного приемопередатчиком на устье скважины.

2. Система по п. 1, в которой приемопередатчик на устье скважины и забойный приемопередатчик выполнены с возможностью автоматически модифицировать набор

рабочих параметров сигнала с забоя скважины в ответ на ухудшение качества сигнала.

3. Система по п. 2, в которой группа модифицированных параметров включает в себя два или больше из следующего: несущая частота, уровень мощности, скорость передачи в бодах и режим модуляции.

4. Система по пп. 1-3, в которой по меньшей мере один из следующего: забойный приемопередатчик и приемопередатчик на устье скважины включает в себя сканер шума для проведения сканирования зашумленности имеющихся частот передачи сигнала с забоя скважины, при этом устанавливается наименее зашумленная частота передачи.

5. Система по п. 4, в которой сканер шума выполнен с возможностью определения спектра шума в полосе имеющихся частот передачи с применением выбранного одного из следующего: быстрое преобразование Фурье, дискретное преобразование Фурье и спектральная плотность распределения мощности.

6. Система по п. 4, в которой сканер шума включает в себя блок фильтров с множеством полосно-пропускающих фильтров для определения наименее зашумленной частоты передачи.

7. Система по п. 4, в которой забойный передатчик и передатчик на устье скважины выполнены с возможностью выключения во время сканирования шума.

8. Система по п. 4, в которой выбранный один из следующего приемопередатчик на устье скважины и забойный приемопередатчик выполнен с возможностью инициирования сканирования шума, как части процедуры пуска.

9. Система по п. 8, в которой приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью повторного инициирования сканирования шума в ответ на потерю сигнала с забойного передатчика по меньшей мере для выбора новой частоты передачи для сигнала с забоя скважины.

10. Система по п. 1, в которой бурильная колонна включает в себя функцию преобразования канала, наводящего искажение бурильной колонной на каждый сигнал на устье скважины, и при этом по меньшей мере приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью снятия характеристик функции преобразования канала, как фильтра с ограниченной полосой пропускания, имеющего реакцию ограничения полосы частот.

11. Система по п. 10, в которой реакцию ограничения полосы частот дополнительно характеризуют как конечную импульсную характеристику.

12. Система по п. 10, в которой по меньшей мере приемник приемопередатчика на устье скважины включает в себя по меньшей мере один выравнитель частотной характеристики для компенсации искажения бурильной колонной.

13. Система по п. 12, в которой выравнитель частотной характеристики включает в себя реагирование выравнителя частотной характеристики, настраиваемого на основе набора коэффициентов выравнителя частотной характеристики так, что реагирование выравнителя частотной характеристики является адаптирующимся к интервалу отклонений в функции преобразования канала.

14. Система по п. 13, в которой забойный передатчик выполнен с возможностью передачи настроечной последовательности, модулированной на сигнал с забоя скважины, и приемник на устье скважины выполнен с возможностью извлечения настроечной последовательности из сигнала с забоя скважины для установления набора коэффициентов выравнителя частотной характеристики.

15. Система по п. 14, в которой приемопередатчик на устье скважины включает в себя копию настроечной последовательности для сравнения с принятой настроечной последовательностью, представляющей настроечную последовательность, переданную передатчиком со стороны забоя скважины и искаженную функцией преобразования канала.

16. Система по п. 15, в которой забойный приемопередатчик включает в себя мультиплексор для выбора между настроечной последовательностью и данными датчика для модуляции на сигнал с забоя скважины.
17. Система по п. 15, в которой приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью определения набора коэффициентов на основе минимальной среднеквадратической ошибки разности между копией настроечной последовательности и принятой настроечной последовательностью.
18. Система по п. 1, в которой забойный приемопередатчик выполнен с возможностью приема данных датчика и модулирования сигнала с забоя скважины на основе данных датчика.
19. Система по п. 18, в которой забойный приемопередатчик применяет несколько фазовых манипуляций к сигналу с забоя скважины.
20. Система по п. 1, в которой приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью синхронного обнаружения сигнала с забоя скважины.
21. Система по п. 20, в которой забойный приемопередатчик выполнен с возможностью применения нескольких фазовых манипуляций для модуляции сигнала с забоя скважины, и приемопередатчик на устье скважины включает в себя контур слежения за несущей частотой нескольких фазовых манипуляций и демодулятор для извлечения сигнала с забоя скважины.
22. Система по п. 21, в которой забойный приемопередатчик выполнен с возможностью применения квадратурной фазовой манипуляции к сигналу с забоя скважины.
23. Система по п. 22, в которой бурильная колонна включает в себя функцию преобразования канала, наводящего искажение бурильной колонной на каждый сигнал на устье скважины, и по меньшей мере приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью снятия характеристик функции преобразования канала, как фильтра с ограниченной полосой пропускания, и приемопередатчик на устье скважины включает в себя синфазный выравнитель частотной характеристики и несинфазный выравнитель частотной характеристики для компенсации искажения бурильной колонной.
24. Система по п. 23, в которой приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью синхронного обнаружения сигнала с забоя скважины и включает в себя контур отслеживания перехода данных для переключения между синфазным выравнителем частотной характеристики и несинфазным выравнителем частотной характеристики.
25. Система связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту, в качестве электрического проводника для обеспечения связи между ними, система содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя передатчик на устье скважины, который передает сигнал на устье скважины на бурильную колонну при подаче на устье скважины электропитания передачи на подземный инструмент; и забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента, включающий в себя забойный передатчик, который передает сигнал с забоя скважины на бурильную колонну при подаче на забое электропитания, выбираемого в диапазоне мощности передачи на буровую установку на бурильной колонне, при этом мощность передачи на устье скважины всегда больше любой выбранной мощности передачи на забое в диапазоне мощности передачи на забое.
26. Система по п. 25, в которой забойный приемопередатчик включает в себя батарею для обеспечения электропитания для передачи на забое, и батарея по меньшей мере

устанавливает верхний лимит на выбор мощности передачи на забое.

27. Система по п. 26, в которой максимальная мощность передачи на забое не превышает 5 Вт.

28. Система по п. 25, в которой приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью по меньшей мере инициировать связь с забойным приемопередатчиком на максимальной мощности передатчика на устье скважины.

29. Система по п. 28, в которой максимальная мощность передатчика на устье скважины образует верхний предел мощности диапазона мощности передатчика на устье скважины.

30. Способ эксплуатации системы связи бурильной колонны, в котором применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, способ содержит выполнение приемопередатчика на устье скважины на буровой установке, включающего в себя передатчик на устье скважины, который передает сигнал на устье скважины на бурильную колонну при подаче на устье скважины электропитания передачи на подземный инструмент; расположение забойного приемопередатчика, включающего в себя забойный передатчик, в скважине вблизи подземного инструмента; и передачу сигнала на забое скважины на бурильную колонну с забойного передатчика при подаче на забое электропитания, выбираемого в диапазоне мощности передачи на буровую установку на бурильной колонне, при этом мощность передачи на устье скважины всегда больше любой выбранной мощности передачи на забое.

31. Способ эксплуатации системы связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, способ содержит в ответ на потерю приема сигнала с забоя скважины, передаваемого на бурильной колонне с подземного инструмента, использующего текущий набора параметров передачи, повторное инициирование связи с буровой установки на подземный инструмент с применением приемопередатчика на устье скважины на максимальной мощности передачи на устье скважины приемопередатчика на устье скважины для передачи на устье скважины сигнала повторной инициализации на подземный инструмент; и на основе ответа с подземного инструмента на сигнал повторной инициализации на устье скважины ввод процедуры установки нового набора параметров передачи для по меньшей мере одного из следующего: сигнал на забое скважины и сигнал на устье скважины для установления затем связи между буровой установкой и подземным инструментом.

32. Способ по п. 31 включающий в себя, как часть сигнала повторной инициализации, передачу команды на забойный приемопередатчик для ответа на максимальной мощности передачи на забое.

33. Способ по п. 31 включающий в себя выполнение забойного приемопередатчика с возможностью ответа на сигнал повторной инициализации на максимальной мощности передачи на забое.

34. Система связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту, в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, система содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя передатчик на устье скважины, который передает сигнал на устье скважины на бурильную колонну при подаче на устье скважины электропитания передачи на подземный инструмент; забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента, включающий в себя забойный передатчик, передающий сигнал с забоя скважины на бурильную колонну при подаче на забое

электропитания, выбираемого в диапазоне мощности передачи на буровую установку на бурильной колонне и выделения электромагнитного сигнала определения местоположения, имеющего по меньшей мере один выбираемый рабочий параметр; и локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом для приема электромагнитного сигнала определения местоположения и для обнаружения заданного ухудшения качества принятого сигнала определения местоположения, и система выполнена с возможностью в ответ на обнаружение автоматически генерировать команду переналадки, меняющей по меньшей мере одно из следующего: несущая частота, мощность передачи, скорость передачи в бодах и режим модуляции электромагнитного сигнала определения местоположения.

35. Система по п. 34, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом осуществляет мониторинг заданного ухудшения качества сигнала на основе по меньшей мере одного из следующего: частота ошибочных битов и отношение сигнал/шум электромагнитного сигнала определения местоположения.

36. Система по п. 34 или 35, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом выполнен с возможностью выдачи команды переналадки и затем передачи команды переналадки с помощью телеметрии на буровую установку, и приемопередатчик на устье скважины выполнен с возможностью передачи команды переналадки на забойный приемопередатчик через бурильную колонну.

37. Система связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, система содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя передатчик на устье скважины, который передает сигнал на устье скважины на бурильную колонну при подаче на устье скважины электропитания передачи на подземный инструмент; забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента, включающий в себя забойный передатчик, передающий сигнал с забоя скважины на бурильную колонну при подаче на забое электропитания, выбираемого в диапазоне мощности передачи на буровую установку на бурильной колонне и выделения электромагнитного сигнала определения местоположения, имеющего по меньшей мере один выбираемый рабочий параметр; и локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом для приема электромагнитного сигнала определения местоположения и автоматической индикации условия потери сигнала на буровой установке в ответ на потерю приема.

38. Система по п. 37, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом указывает условие потери сигнала, передавая команду потери сигнала на приемопередатчик на устье скважины на буровой установке.

39. Система по п. 38, в которой команда потери сигнала задает новый набор параметров для электромагнитного сигнала определения местоположения.

40. Система по п. 39, в которой новый набор параметров задает по меньшей мере одно из следующего: новая мощность передачи, новая несущая частота, новая скорость передачи в бодах для электромагнитного сигнала определения местоположения и новый режим модуляции.

41. Система по п. 40, в которой новый набор параметров задает отсутствие модуляции новой несущей частоты.

42. Устройство в системе связи бурильной колонны, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту, в качестве электрического проводника для обеспечения связи между ними, и бурильная колонна обладает функцией преобразования канала, когда действует в качестве электрического проводника, несущего сигнал с забоя скважины, который передается на бурильную

колонну подземным инструментом, при этом устройство содержит приемник на устье скважины, который принимает сигнал с забоя скважины с бурильной колонны как переданный сигнал, на который влияет функция преобразования канала, при этом приемник на устье скважины выполнен с возможностью применения компенсации в ответ на переданный сигнал, данный ответ компенсации настраивается на основе функции преобразования канала.

43. Устройство по п. 42, в котором функция преобразования канала наводит искажение бурильной колонной на сигнал с забоя скважины, и по меньшей мере приемник на устье скважины выполнен с возможностью снятия характеристик функции преобразования канала, как реагирования фильтра с ограниченной полосой пропускания.

44. Устройство по п. 43, в котором реагирование фильтра с ограниченной полосой пропускания дополнительно характеризуется как конечная импульсная характеристика.

45. Устройство по п. 43 или 44, в котором приемник на устье скважины включает в себя по меньшей мере один выравнитель частотной характеристики для компенсации искажения бурильной колонной.

46. Устройство по п. 45, в котором выравнитель частотной характеристики включает в себя реагирование выравнителя частотной характеристики, настраиваемого на основе набора коэффициентов выравнителя частотной характеристики, так что реагирование выравнителя частотной характеристики является адаптирующимся к интервалу отклонений в функции преобразования канала.

47. Устройство по п. 46, в котором приемник на устье скважины сохраняет копию настроенной последовательности, и приемник на устье скважины выполнен с возможностью извлечения переданной версии настроенной последовательности из сигнала с забоя скважины, который искажен функцией преобразования канала, для сравнения с копией настроенной последовательности для установления набора коэффициентов выравнителя частотной характеристики.

48. Устройство по п. 47, в котором приемник на устье скважины выполнен с возможностью определения набора коэффициентов на основе минимальной среднеквадратической ошибки разности между копией настроенной последовательности и переданной версией настроенной последовательности.

49. Локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом для применения в системе, в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту с подземным инструментом, выполненным с возможностью передачи электромагнитного сигнала определения местоположения, локатор содержит приемник, выполненный с возможностью приема сигнала определения местоположения и обнаружения ухудшения качества приема сигнала определения местоположения и генерирования команды потери сигнала в ответ на обнаружение указанного ухудшения качества; и передатчик телеметрии передачи команды потери сигнала на буровую установку.

50. Локатор по п. 49, выполненный с возможностью генерирования команды потери сигнала в ответ на потерю приема сигнала определения местоположения.

51. Локатор по п. 49, выполненный с возможностью генерирования команды потери сигнала в ответ на заданную степень ухудшения качества сигнала определения местоположения.

52. Локатор по п. 49, выполненный с возможностью выполнения вначале сканирования шума в ответ на обнаружение потери приема для идентификации новой частоты для электромагнитного сигнала определения местоположения.

53. Локатор по п. 49, в котором команда потери сигнала идентифицирует по меньшей мере одно из следующего: новая мощность передачи, новая несущая частота, новая скорость передачи в бодах и новый режим модуляции для электромагнитного сигнала

определения местоположения.

54. Система для выполнения подземных работ, по меньшей мере в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, система содержит забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента, выполненный с возможностью (i) приема по меньшей мере одного сигнала датчика, относящегося к рабочему параметру подземного инструмента, (ii) генерирования сигнала с забоя скважины, передающегося на буровую установку на бурильной колонне, причем данный сигнал с забоя скважины модулируется на основе сигнала датчика, и (iii) выделения электромагнитного сигнала определения местоположения для обнаружения на наземной аппаратуре, причем данный сигнал определения местоположения является не модулированным по меньшей мере сигналом датчика; приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя приемник на устье скважины, выполненный с возможностью приема сигнала с забоя скважины с бурильной колонны и извлечения сигнала датчика, обеспечивающего наличие информации, относящей к рабочим параметрам на буровой установке; и локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом для приема электромагнитного сигнала определения местоположения, служащий по меньшей мере одним из следующего: приводной маяк и отслеживающий сигнал, при этом дальность обнаружения сигнала определения местоположения для данной мощности передачи без модуляции больше, чем дальность обнаружения сигнала определения местоположения модулированного сигналом датчика при одинаковой данной мощности передачи.

55. Система по п. 54, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом включает в себя узкополосный фильтр, отцентрованный на несущей частоте электромагнитного сигнала определения местоположения.

56. Система по п. 54 или 55, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом выполнен для связи по телеметрии с приемопередатчиком на устье скважины на буровой установке по меньшей мере для корреляции связанных с датчиком данных, передаваемых на приемопередатчик на устье скважины на бурильной колонне с подземного инструмента с генерируемыми локатором данными, передаваемыми электромагнитным сигналом телеметрии на приемопередатчик на устье скважины.

57. Система для выполнения подземных работ, по меньшей мере в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту в качестве электрического проводника, обеспечивающего связь между ними, система содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке, включающий в себя передатчик на устье скважины, выполненный по меньшей мере с возможностью передачи на устье скважины сигнала на бурильной колонне на подземный инструмент; забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя скважины вблизи подземного инструмента, выполненный с возможностью приема на устье скважины сигнала с бурильной колонны и селективного выделения электромагнитного сигнала определения местоположения для обнаружения на наземной аппаратуре; локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом для приема электромагнитного сигнала определения местоположения и для автоматического обнаружения активного/пассивного состояния локатора и, локатор выполнен с возможностью передачи в ответ на обнаружение изменения в активном/пассивном состоянии индикации состояния на буровую установку, указывающей новое активное/пассивное состояние, и приемопередатчик на устье скважины и забойный приемопередатчик дополнительно выполнены с возможностью совместной работы по меньшей мере для выключения электромагнитного сигнала определения местоположения в ответ на пассивное

состояние.

58. Система по п. 57, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом выполнен с возможностью активного использования электромагнитного сигнала определения местоположения во время активного состояния.

59. Система по п. 57, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом включает в себя по меньшей мере один акселерометр, дающий на выходе данные ускорения в ответ на перемещение локатора, и локатор выполнен с возможностью обнаружения пассивного состояния на основе выходных данных акселерометра.

60. Система по п. 57, в которой локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом включает в себя датчик, обнаруживающий близость локатора к поверхности грунта, и локатор выполнен с возможностью индикации пассивного состояния в ответ на установку локатора на поверхности грунта.

61. Система связи для выполнения подземных работ, по меньшей мере в которой применяют бурильную колонну, проходящую от буровой установки к подземному инструменту, и датчик с наземной аппаратурой над подземным зондом, служащий по меньшей мере одним из следующего: приводной маяк и отслеживающее устройство, при этом система связи содержит приемопередатчик на устье скважины, расположенный на буровой установке; забойный приемопередатчик, расположенный в зоне забоя вблизи подземного инструмента; приемопередатчик телеметрии, образующий часть локатора с наземной аппаратурой над подземным зондом; первый канал двусторонней связи между приемопередатчиком со стороны устья и забойным приемопередатчиком, которые используют бурильную колонну в качестве электрического проводника для обеспечения связи между ними; второй канал двусторонней связи между приемопередатчиком на устье скважины и приемопередатчиком телеметрии локатора с наземной аппаратурой над подземным зондом, которые используют беспроводную электромагнитную связь между ними; и по меньшей мере канал односторонней связи от скважинного приемопередатчика подземного инструмента на локатор с наземной аппаратурой над подземным зондом, при этом (i) первый режим связи создается от забойного приемопередатчика на приемопередатчик на устье скважины на буровой установке через бурильную колонну с использованием первого канала двусторонней связи, (ii) второй режим связи создается от забойного приемопередатчика на приемопередатчик на устье скважины через канал односторонней связи, приемопередатчик телеметрии на локаторе с наземной аппаратурой над подземным зондом и второй канал двусторонней связи, и (iii) имеется контроллер для управления связью между приемопередатчиком со стороны забоя и приемопередатчиком на устье скважины по меньшей мере частично на основе состояния системы.

62. Система по п. 61 дополнительно содержит диспетчера связи по меньшей мере для управления связью со скважинного приемопередатчика на подземном инструменте на приемопередатчик на устье скважины на буровой установке с помощью автоматического выбора между первым режимом связи и вторым режимом связи для любой данной передачи с подземного инструмента на буровую установку по меньшей мере частично на основании рабочего состояния первого и второго каналов двусторонней связи и канала односторонней связи.

63. Система по п. 62, в которой контроллер выполнен с возможностью выбора первого режима связи по умолчанию.