

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201991529 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.11.29

(22) Дата подачи заявки
2017.12.20

(51) Int. Cl. *G01F 1/684* (2006.01)
B01D 59/44 (2006.01)
G01F 1/00 (2006.01)
G01F 1/68 (2006.01)
G01F 5/00 (2006.01)
H01J 49/00 (2006.01)

(54) СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ, ВЕРИФИКАЦИИ И ПРОВЕРКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКОВ

(31) 15/388,589

(32) 2016.12.22

(33) US

(86) PCT/US2017/067632

(87) WO 2018/119092 2018.06.28

(71) Заявитель:

РАПИСКАН СИСТЕМЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:

Шмидт Хартвиг, Паттерсон Майкл
Э., Луков Стефан Р., Гонтир Кеннет Р.,
Лан Хан Т., Мишра Вибха (US)

(74) Представитель:

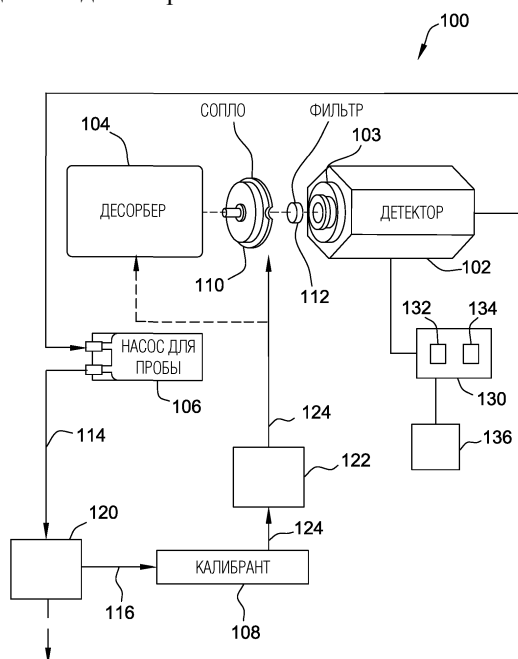
Медведев В.Н. (RU)

(57) Настоящее раскрытие относится к способам и системам для калибровки, верификации калибровки и проверке чувствительности для детектора. Способы и системы включают в себя калибровку детектора путем подачи по меньшей мере одного калибранта из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором. Системы и способы дополнительно включают в себя верификацию калибровки путем подачи по меньшей мере одного верификационного вещества из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором. Системы и способы дополнительно включают в себя проверку чувствительности детектора путем подачи по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

201991529 A1

201991529

A1



**СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ, ВЕРИФИКАЦИИ И ПРОВЕРКИ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДАТЧИКОВ**

ПРИОРИТЕТ ЗАЯВКИ

[0001] Эта заявка испрашивает приоритет заявки на патент США №15/388,589, поданной 22 декабря 2016 года, имеющей такое же название, которая настоящим полностью включена в настоящее описание путем ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0002] Варианты осуществления, описанные в настоящем описании, в общем относятся к калибровке датчика и, в частности, к калибровке, верификации калибровки и проверке чувствительности датчика. А именно, способы и системы включают в себя калибровку датчика путем подачи калибранта из камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с датчиком. Системы и способы дополнительно включают в себя верификацию калибровки путем пода верификационного вещества из камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с датчиком. Системы и способы дополнительно включают в себя проверку чувствительности датчика путем подачи вещества проверки чувствительности из камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с датчиком.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0003] Спектрометры ионной подвижности измеряют интенсивность ионов, поступающих в датчик, как функцию времени их пролета для определения характеристик пробы. Поскольку это время пролета зависит от условий эксперимента, таких как температура и давление, ось времени пролета датчика должна быть откалибрована перед анализом пробы. Когда датчик откалиброван, абсолютное время пролета преобразуется в «откалиброванные единицы», так что положение пиков обнаруженных ионов сравнивается с записью библиотеки. Верификация калибровки может выполняться путем введения пробы, включающей в себя известное верификационное вещество, в датчик и подтверждения, что откалиброванные единицы обеспечивают точное определение

характеристик известного верификационного вещества. Кроме того, может выполняться проверка чувствительности для верификации, что датчик выполнен с возможностью обнаружения минимального количества вещества. Проверка чувствительности может выполняться путем введения пробы, включающей в себя известное количество известного вещества проверки чувствительности, в датчик и подтверждения, что датчик обнаруживает известное вещество проверки чувствительности.

[0004] По меньшей мере в некоторых известных системах калибровка датчика выполняется с помощью внешних ловушек для калибранта, в которых калибрانت подается в датчик через десорбер. Эти ловушки для калибранта, однако, имеют ограниченный срок службы, могут быть загрязнены, и их замена и/или дозаправка может быть дорогой. Кроме того, эти процессы калибровки с внешними ловушками являются трудоемкими, и их сложно автоматизировать. Аналогично, верификация калибровки и проверка чувствительности могут выполняться с помощью внешних ловушек, содержащих, соответственно, верификационное вещество и вещество проверки чувствительности. Эти внешние ловушки имеют те же недостатки, что были описаны выше.

[0005] Соответственно, было бы желательно иметь систему, которая решает и/или устраняет эти проблемы.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Следующие варианты осуществления и их аспекты описываются и иллюстрируются в сочетании с системами, инструментами и способами, которые являются иллюстративными и приведенными в качестве примера, а не ограничивающими объем притязаний. Настоящая заявка раскрывает множество вариантов осуществления.

[0007] В некоторых вариантах осуществления настоящего раскрытия раскрывается способ для внутренней калибровки и верификации датчика. Способ включает в себя калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, и верификацию калибровки, при этом верификация включает в себя

подачу по меньшей мере одного верификационного вещества из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0008] В другом варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается способ для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора. Способ включает в себя этапы, на которых выполняют калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, выполняют верификацию калибровки, при этом верификация включает в себя подачу по меньшей мере одного верификационного вещества из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности включает в себя подачу по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0009] В еще одном варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается способ для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора. Способ включает в себя этапы, на которых выполняют калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности включает в себя подачу по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0010] В другом варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается способ для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора. Способ включает в себя этапы, на которых выполняют калибровку детектора, выполняют верификацию калибровки и выполняют проверку чувствительности детектора. Верификация включает в себя подачу

по меньшей мере одного верификационного вещества из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, а проверка чувствительности включает в себя подачу по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0011] В еще одном варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается система для внутренней калибровки и верификации детектора. Система включает в себя по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора, по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, и по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора. По меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрant и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора. По меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора.

[0012] В другом варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается система для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора. Система включает в себя по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора, по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по

меньшей мере одним входным отверстием детектора, и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора. По меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибронт и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора. По меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора. По меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0013] В еще одном варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается система для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора. Система включает в себя по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора, по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора. По меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибронт и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора. По меньшей мере одна камера вещества

проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0014] В дополнительном варианте осуществления настоящего раскрытия раскрывается система для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора. Система включает в себя по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора, по меньшей мере один калибровочный компонент, выполненный с возможностью калибровки по меньшей мере одного детектора, по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора. По меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора. По меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0015] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки и верификации детектора, способ, содержащий этапы, на которых:

выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0016] Опционально калибровка содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0017] Опционально калибровка содержит этап, на котором корректируют время пролета этого по меньшей мере одного пика.

[0018] Опционально способ дополнительно содержит этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

[0019] Опционально верификация содержит этап, на котором ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество; автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества. Также опционально верификация дополнительно содержит этапы, на которых: выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика; и записывают скорректированное время пролета. Также опционально верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

[0020] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0021] Опционально этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит этап, на котором подают предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0022] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0023] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором выполняют сравнение по меньшей мере одного спектра подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0024] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором выполняют сравнение по меньшей мере одной интенсивности по

меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0025] Опционально верификация содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество; автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества. Опционально верификация дополнительно содержит этапы, на которых: выполняют верификацию скорректированного времени пролета по меньшей мере одного пика; и записывают скорректированное время пролета. Также опционально верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

[0026] Опционально калибровка содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик. Опционально калибровка дополнительно содержит этап, на котором корректируют время пролета этого по меньшей мере одного пика. Опционально способ дополнительно содержит этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

[0027] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора, при этом калибровка

содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0028] Опционально калибровка содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик. Опционально калибровка дополнительно содержит этап, на котором корректируют время пролета этого по меньшей мере одного пика. Опционально способ дополнительно содержит этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

[0029] Опционально этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0030] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0031] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором выполняют сравнение по меньшей мере одного спектра подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0032] Опционально проверка чувствительности дополнительно

содержит этап, на котором выполняют сравнение по меньшей мере интенсивности по меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0033] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора; выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0034] Опционально этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит этап, на котором подают предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0035] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0036] Опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором выполняют сравнение по меньшей мере одного спектра подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности. Также опционально этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на

котором выполняют сравнение по меньшей мере интенсивности по меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

[0037] Опционально верификация содержит этапы, на которых: ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество; автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества. Также опционально верификация дополнительно содержит этапы, на которых: выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика; и записывают скорректированное время пролета. Опционально верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

[0038] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки и верификации детектора, систем содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрant и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора,

по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора.

[0039] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие

детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0040] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0041] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере один калибровочный компонент, выполненный с возможностью калибровки по меньшей мере одного детектора; по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с

возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0042] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки и верификации детектора, способ, содержащий этапы, на которых: выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, при этом по меньшей мере одно верификационное вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности, и при том по меньшей мере одна камера верификационного вещества и по меньшей мере одна камера калибранта являются отдельными камерами.

[0043] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; выполняют верификацию

калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, при этом по меньшей мере одно верификационное вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности, и при этом по меньшей мере одна камера верификационного вещества и по меньшей мере одна камера калибранта являются отдельными камерами; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0044] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают известное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором, и при этом по меньшей мере одна камера калибранта и по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности являются отдельными камерами.

[0045] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: выполняют калибровку детектора; выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, при этом по меньшей мере одно верификационное

вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором, при этом по меньшей мере одна камера верификационного вещества и по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности являются отдельными камерами.

[0046] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки и верификации детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество, при этом по меньшей мере одно верификационное вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности, и при этом по меньшей мере одна камера верификационного вещества и по меньшей мере одна камера калибранта являются отдельными камерами, и по меньшей мере один клапан регулировки вещества верификации, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора.

[0047] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, система

содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибронт и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение по меньшей мере с одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество, при этом по меньшей мере одно верификационное вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности, и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора, при этом по меньшей мере одна камера верификационного вещества, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности и по меньшей мере одна камера калибранта являются отдельными камерами.

[0048] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, система содержит: по

меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя известное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи известного количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора, при этом по меньшей мере одна камера калибранта и по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности являются отдельными камерами.

[0049] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; по меньшей мере один калибровочный компонент, выполненный с возможностью калибровки по меньшей мере одного детектора; по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество, при этом по меньшей мере одно верификационное вещество имеет по меньшей мере один заранее заданный спектр подвижности, и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с

возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора, при этом по меньшей мере одна камера верификационного вещества и по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности являются отдельными камерами.

[0050] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для выполнения внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и камеру, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, камера включает в себя первое, второе и третье вещества, упомянутая камера выполнена с возможностью подачи некоторого количества каждого из первого, второго и третьего веществ по меньшей мере в одно входное отверстие детектора и использования первого вещества для калибровки, второго вещества для верификации калибровки и третьего вещества для анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

[0051] Опционально, первое вещество является калибрантом, второе вещество является верификационным веществом, а третье вещество является веществом проверки чувствительности, при этом калибровка содержит этапы, на которых ионизируют калибрант и записывают по меньшей мере один спектр подвижности ионизированного калибранта, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик, при

этом верификация содержит этапы, на которых выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика и записывают скорректированное время пролета, и при этом проверка чувствительности содержит этапы, на которых ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0052] Опционально первое, второе и третье вещества присутствуют в камере в виде смеси.

[0053] Опционально камера включает в себя первую капиллярную трубку, содержащую первое вещество, вторую капиллярную трубку, содержащую второе вещество, и третью капиллярную трубку, содержащую третье вещество.

[0054] Опционально камера включает в себя первый клапан для подачи первого вещества, второй клапан для подачи второго вещества и третий клапан для подачи третьего вещества.

[0055] Опционально первое, второе и третье вещества не убавляют число ионов друг друга или не убавляют фоновые пики или пики, возникающие от любого из первого, второго и третьего веществ.

[0056] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает систему для выполнения первой и второй операций, ассоциированных с детектором, система содержит: по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и камеру, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, камера включает в себя первое и второе вещества, упомянутая камера выполнена с возможностью подачи некоторого количества каждого из первого и второго веществ по меньшей мере в одно входное отверстие детектора, при этом первое вещество используется для выполнения первой операции, а второе вещество используется для выполнения второй операции.

[0057] Опционально, первая операция является внутренней калибровкой, а вторая операция является внутренней верификацией

по меньшей мере одного детектора. Опционально, первое вещество является калибрантом, а второе вещество является верификационным веществом.

[0058] Опционально, первая операция является внутренней калибровкой, а вторая операция является внутренней проверкой чувствительности по меньшей мере одного детектора. Опционально, первое вещество является калибрантом, а второе вещество является веществом проверки чувствительности.

[0059] Опционально, первая операция является внутренней верификацией, а вторая операция является внутренней проверкой чувствительности по меньшей мере одного детектора. Опционально, первое вещество является верификационным веществом, а второе вещество является веществом проверки чувствительности.

[0060] Опционально, первое и второе вещества присутствуют в камере в виде смеси.

[0061] Опционально, камера включает в себя первую капиллярную трубку, содержащую первое вещество, и вторую капиллярную трубку, содержащую второе вещество.

[0062] Опционально, камера включает в себя первый клапан для подачи первого вещества и второй клапана для подачи второго вещества.

[0063] Опционально, первое и второе вещества не убавляют число ионов друг друга или не убавляют фоновые пики или пики, возникающие от любого из первого и второго веществ.

[0064] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, способ содержит этапы, на которых: хранят калибрант, по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности в камере, упомянутая камера имеет проточное сообщение с детектором; подают калибрант, по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности в детектор; выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этапы, на которых ионизируют калибрант и записывают по меньшей мере один спектр подвижности ионизированного калибранта, при этом по

меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этапы, на которых выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика и записывают скорректированное время пролета; и выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этапы, на которых ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0065] В некоторых вариантах осуществления настоящее патентное описание раскрывает способ для выполнения первой и второй операций, ассоциированных с детектором, способ, содержащий этапы, на которых: хранят первое и второе вещества в камере, упомянутая камера имеет проточное сообщение с детектором; и подают первое и второе вещество в детектор, при этом первое вещество используется для выполнения первой операции, а второе вещество используется для выполнения второй операции.

[0066] Опционально первая операция является внутренней калибровкой, а вторая операция является внутренней верификацией детектора. Опционально первое вещество является калибрантом, а второе вещество является верификационным веществом, при этом калибровка содержит этапы, на которых ионизируют калибрант и записывают по меньшей мере один спектр подвижности ионизированного калибранта, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик, и при этом верификация содержит этапы, на которых выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика и записывают скорректированное время пролета.

[0067] Опционально, первая операция является внутренней калибровкой, а вторая операция является внутренней проверкой чувствительности по меньшей мере одного детектора. Опционально первое вещество является калибрантом, а второе вещество является

веществом проверки чувствительности, при этом калибровка содержит этапы, на которых ионизируют калибрانت и записывают по меньшей мере один спектр подвижности ионизированного калибранта, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик, и при этом проверка чувствительности содержит этапы, на которых ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0068] Опционально, первая операция является внутренней верификацией, а вторая операция является внутренней проверкой чувствительности по меньшей мере одного детектора. Опционально, первое вещество является верификационным веществом, а второе вещество является веществом проверки чувствительности, при этом верификация содержит этапы, на которых выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика и записывают скорректированное время пролета, и при этом проверка чувствительности содержит этапы, на которых ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, упомянутый по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

[0069] Опционально, первое и второе вещества присутствуют в камере в виде смеси.

[0070] Опционально, камера включает в себя первую капиллярную трубку, содержащую первое вещество, и вторую капиллярную трубку, содержащую второе вещество.

[0071] Опционально, камера включает в себя первый клапан для подачи первого вещества и второй клапана для подачи второго вещества.

[0072] Опционально, первое и второе вещества не убавляют число ионов друг друга или не убавляют фоновые пики или пики, возникающие от любого из первого и второго веществ.

[0073] Упомянутые выше и другие варианты осуществления настоящего патентного описания будут более подробно описаны на чертежах и в подробном описании, приведенном ниже.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0074] Фиг. 1 является схематическим чертежом иллюстративного варианта осуществления системы детектирования, включающей в себя внутреннюю камеру калибранта, в соответствии с настоящим раскрытием;

[0075] Фиг. 2 является схематическим чертежом иллюстративного варианта осуществления системы детектирования, включающей в себя внутреннюю камеру калибранта и камеру верификационного вещества;

[0076] Фиг. 3 является схематическим чертежом иллюстративного варианта осуществления системы детектирования, включающей в себя внутреннюю камеру калибранта, камеру верификационного вещества и камеру вещества проверки чувствительности;

[0077] Фиг. 4 является иллюстративным примером снимка экрана в процессе калибровки, выполняемой системой детектирования, показанной на фиг. 1-3, в соответствии с настоящим раскрытием;

[0078] Фиг. 5 является иллюстративным примером снимка экрана в другом процессе калибровки, выполняемом системой детектирования, показанной на фиг. 1-3, в соответствии с настоящим раскрытием;

[0079] Фиг. 6 является иллюстративным примером снимка экрана в процессе верификации, выполняемом системой детектирования, показанной на фиг. 2 и 3, для проверки калибровки, изображенной на фиг. 5, в соответствии с настоящим раскрытием;

[0080] Фиг. 7 является схематическим чертежом иллюстративного варианта осуществления системы детектирования, включающей в себя внутреннюю камеру, в соответствии с настоящим раскрытием; и

[0081] Фиг. 8 является блок-схемой последовательности операций, изображающей множество этапов способа для внутренней

калибровки, верификации и проверки чувствительности датчика с помощью одной внутренней камеры, в соответствии с настоящим раскрытием.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0082] Варианты осуществления, раскрытые в настоящем описании, улучшают калибровку датчиков, верификацию калибровки и проверку чувствительности датчиков. А именно, раскрытые здесь варианты осуществления обеспечивают камеры калибровки, верификационного вещества и вещества проверки чувствительности, позволяющие осуществлять автоматизированную калибровку, верификацию и проверку чувствительности. При размещении этих камер внутри, эти процессы являются менее трудоемкими и требуют меньших размеров пробы калибранта, верификационного вещества и вещества проверки чувствительности, что, в свою очередь, уменьшает стоимость этих систем по сравнению с системами, использующими внешние ловушки. Кроме того, введение любого вещества, отличного от пробы (например, включающего в себя представляющее интерес вещество) может создать возможность для конкуренции зарядов между веществом и пробой и/или перекрывающиеся пики в обнаруженном сигнале, что может скомпрометировать ответ либо за счет уменьшения интенсивности целевого пика, либо за счет изменения положения его пика. Использование камер калибранта, верификационного вещества и вещества проверки чувствительности, обеспеченных в настоящем изобретении, позволяет быстро выполнять соответствующие калибровку, верификацию и проверку чувствительности, тем самым уменьшая время, когда в датчик подается не проба вещества. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления эти процессы выполняются через равные промежутки времени, дополнительно уменьшая количество необходимого вещества, а также время обработки.

[0083] В следующем ниже патентном описании и формуле изобретения упоминается ряд терминов, которые имеют следующие значения.

[0084] Единственное число включает в себя множественное, если контекст ясно не указывает иное.

[0085] «Опциональный» или «опционально» означает, что описанное далее событие или обстоятельство может происходить или не происходить, и что описание включает в себя случаи, в которых событие происходит, и случаи, в которых оно не происходит.

[0086] Выражения аппроксимации, используемые здесь во всем патентном описании и формуле изобретения, могут применяться для модификации любого количественного представления, которому позволительно изменяться, не приводя к изменению базовой функции, с которой оно связано. Соответственно, значение, измененное таким термином или терминами, как «примерно», «приблизительно» и «по существу», не должно ограничиваться в точности указанным значением. По меньшей мере в некоторых случаях выражения аппроксимации могут соответствовать точности инструмента для измерения значения. Здесь и на протяжении всего патентного описания и формулы изобретения ограничения диапазона могут объединяться и/или взаимозаменяться. Такие диапазоны определены и включают в себя все поддиапазоны, содержащиеся в нем, если контекст или выражение не указывает иное.

[0087] Термин «калибровка» относится к подаче и анализу известного вещества, называемого калибровочным веществом или калибрантом, в систему детектирования, либо изнутри, либо извне, с целью ассоциации положения некоторого пика (времени пролета в откалиброванных единицах) в спектре подвижности/плазмограмме с абсолютным временем пролета, измеренным в мс, в системе детектирования. По определению калибровка фокусируется на определении величины времени пролета, вдоль оси мобильности, в противоположность определению величины интенсивности (высота пика), и поэтому требует использования калибранта, для которого уже известно время пролета в откалиброванных единицах. Любая проба, в которой вещество (и ионы, генерируемые из него) не известно или не задано, не может использоваться для выполнения калибровки. Поэтому неизвестные вещества не могут использоваться в процессе калибровки и не соответствуют определению калибровки.

[0088] Термин «верификация» относится к подаче и анализу одного или нескольких известных веществ или смесей веществ, называемых верификационным веществом (веществами), в систему

детектирования, либо изнутри, либо извне, с целью проверки уже определенной связи между положением некоторого пика (временем пролета в откалиброванных единицах) в спектре мобильности/плазмограмме с абсолютным временем пролета, измеренным в мс, в системе детектирования. Уже определенная связь, как правило, установлена в процессе калибровки. Верификационное вещество предпочтительно отличается от калибранта, но не обязательно должно отличаться от калибранта. Верификация предпочтительно не изменяет установленную связь между откалиброванным положением пика и абсолютным временем пролета. По определению калибровка фокусируется на проверке величины времени пролета вдоль оси мобильности и поэтому требует использования вещества, для которого время пролета уже известно. Любая проба, в которой вещество (и ионы, генерируемые из него) не известно или не задано, не может использоваться для верификации калибровки. Поэтому неизвестные вещества не могут использоваться в процессе проверки и не соответствуют определению верификации.

[0089] Термин «проверка чувствительности» относится к введению и анализу одного или нескольких известных веществ или смесей веществ, называемых веществом (веществами) проверки чувствительности, в систему детектирования, либо изнутри, либо извне, с целью оценки, удовлетворяет ли отклик системы детектирования некоторым предварительно определенным критериям, таким как определение, соответствует ли, превышает или не достигает ли порога интенсивность отклика в предварительно определенном положении пика. Вещество проверки чувствительности предпочтительно отличается от калибранта и верификационного вещества, но не обязательно должно отличаться от верификационного вещества или калибранта. Проверка чувствительности полагается на точность калибровки оси времени пролета и главным образом оценивает величину интенсивности отклика датчика. По определению, проверка чувствительности фокусируется на оценке интенсивности сигнала, также оценивая достаточную близость к целевому времени пролета, при котором выполняется проверка, и поэтому требует использования вещества,

для которого уже известны характеристики сигнала. Любая проба, в которой вещество (и ионы, генерируемые из него) не известно или не задано, не может использоваться для проверки чувствительности. Поэтому неизвестные вещества не могут использоваться для процесса проверки чувствительности и не соответствуют определению вещества проверки чувствительности.

[0090] Настоящее патентное описание описывает несколько вариантов осуществления. Следующее ниже раскрытие обеспечено для того, чтобы позволить специалисту в данной области техники применить изобретение на практике. Выражения, используемые в этом патентном описании, не должны интерпретироваться как общее дезавуирование какого-либо конкретного варианта осуществления или использоваться для ограничения формулы изобретения вне значения терминов, использованных в ней. Общие принципы, заданные в настоящем описании, могут быть применены к другим вариантам осуществления и применениям, не отступая от сущности и объема изобретения. Кроме того, используемая терминология и фразеология используется с целью описания иллюстративных вариантов осуществления и не должна рассматриваться как ограничивающая. Таким образом, настоящее изобретение должно соответствовать самому широкому объему, охватывающему многочисленные альтернативы, модификации и эквиваленты, согласующиеся с раскрытыми принципами и признаками. В целях ясности, подробности, относящиеся к техническому материалу, известному в данных областях техники, относящихся к изобретению, не описывались подробно, чтобы излишне не загромождать настоящее изобретение.

[0091] В описании и формуле изобретения заявки каждое из слов «содержит», «включает в себя» и «имеет», а также их формы, не обязательно ограничиваются элементами в списке, с которым могут быть ассоциированы эти слова. Здесь следует отметить, что любой признак или компонент, описанный в связи с конкретным вариантом осуществления, может быть использован и реализован с любым другим вариантом осуществления, если явно не указано иное.

[0092] Настоящее раскрытие относится к калибровке датчика (внутренней или внешней), верификации калибровки датчика и

проверке чувствительности датчика. В частности, система детектирования включает в себя внутреннюю камеру калибранта, содержащую калибрانت. Калибрانت подается в датчик для детектирования калибранта и калибровки датчика. В некоторых вариантах осуществления система детектирования дополнительно включает в себя внутреннюю камеру верификационного вещества, содержащую верификационное вещество. Верификационное вещество подается в датчик для детектирования верификационного вещества и верификации калибровки датчика. В некоторых вариантах осуществления система детектирования также включает в себя внутреннюю камеру вещества проверки чувствительности, содержащую вещество проверки чувствительности. Вещество проверки чувствительности подается в датчик для детектирования вещества проверки чувствительности и проверки чувствительности датчика.

[0093] В некоторых вариантах осуществления датчик настоящего раскрытия (также называемый в настоящем описании «устройством анализа») включает в себя по меньшей мере одно из: спектрометр ионной подвижности (IMS), спектрометр ионной подвижности с ионной ловушкой (ITMS), дрейфовый спектрометр (DS), нелинейный дрейфовый спектрометр, полевой ионный спектрометр (FIS), радиочастотный спектрометр приращения ионной подвижности (IMIS), полевой асимметричный спектрометр ионной подвижности (FAIMS), FAIMS со «сверхвысоким полем», дифференциальный спектрометр ионной подвижности (DIMS) и дифференциальный спектрометр подвижности (DMS), спектрометр ионной мобильности на основе бегущей волны, масс-спектрометр (MS), газовый хроматограф (GC) и их комбинации.

[0094] В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя использование источника ионизации для ионизации одного или нескольких веществ (например, пробы, калибранта, верификационного вещества и/или вещества проверки чувствительности) в датчике. Источник ионизации является любой системой ионизации, которая обеспечивает работу способов и систем, как описано в настоящем описании, включая, без ограничения, источник радиоактивной ионизации, источник электрораспылительной ионизации (ESI), источник химической

ионизации при атмосферном давлении (APCI), источник ионизации коронным разрядом, источник ионизации частичным разрядом, источник фотоионизации при атмосферном давлении (APPI), источник с тлеющим разрядом при атмосферном давлении (APGD), источник прямого анализа в режиме реального времени (DART), источник с диэлектрическим барьерным разрядом при атмосферном давлении (APDBD) и ионизацию электронами (EI). В некоторых вариантах осуществления настоящего раскрытия источник ионизации содержит по меньшей мере одно из: источник APCI, источник APPI, источник ESI и источник DART. Некоторые варианты осуществления настоящего раскрытия выполнены с возможностью работы при давлениях ниже атмосферного. Такие варианты осуществления включают в себя источник ионизации, который является, без ограничения, источником химической ионизации (CI), источником фотоионизации (PI), источником с тлеющим разрядом (GD), источником с диэлектрическим барьерным разрядом (DBD) и их комбинациями.

[0095] В некоторых вариантах осуществления раскрывается способ для внутренней калибровки и верификации детектора. Способ включает в себя калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, и верификацию калибровки, при этом верификация включает в себя подачу по меньшей мере одного верификационного вещества из камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0096] В некоторых вариантах осуществления раскрывается способ для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора. Способ включает в себя калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, верификацию калибровки, при этом верификация включает в себя подачу по меньшей мере одного верификационного вещества из камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором, и проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности включает в себя подачу по меньшей мере одного вещества проверки

чувствительности из камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0097] В некоторых вариантах осуществления раскрывается способ для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора. Способ включает в себя калибровку детектора, при этом калибровка включает в себя подачу по меньшей мере одного калибранта из камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором, и проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности включает в себя подачу по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности из камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

[0098] Фиг. 1 является схематическим чертежом иллюстративного варианта осуществления системы 100 детектирования. На изображенном варианте осуществления система 100 детектирования включает в себя детектор 102, десорбер 104, насос 106 для пробы и камеру 108 калибранта. Система 100 детектирования дополнительно включает в себя сопло 110 и фильтр 112, имеющие последовательное проточное сообщение с десорбером 104 и детектором 102.

[0099] Детектор 102 выполнен с возможностью обнаружения и определения составляющих в пробе, подаваемой в него. Например, в некоторых вариантах осуществления детектор 102 выполнен с возможностью обнаружения одного или нескольких представляющих интерес веществ в газе пробы, таких как одно или несколько летучих или нелетучих веществ, представляющих интерес. Детектор 102 включает в себя входное отверстие 103 детектора, через которое вещества поступают в детектор 102. Следует понимать, что там, где делается ссылка на вещество, поступающее в детектор 102, эти вещества поступают в детектор 102 через входное отверстие 103 детектора.

[00100] Насос 106 для пробы имеет проточное сообщение с камерой 108 калибранта через клапан 120. Насос 106 для пробы также имеет проточное сообщение с детектором 102 через клапан 120. В изображенном варианте осуществления клапан 120 включает в себя трехходовой клапан 120, такой, что в зависимости от

положения клапана 120 газ 114, выходящий из насоса 106 для пробы, будет течь через клапан 120 к камере 108 калибранта, будет течь через клапан 120 к выпускному отверстию или не будет течь через клапан 120.

[00101] Когда система 100 детектирования работает для калибровки детектора 102, клапан 120 имеет такое положение, чтобы газ от насоса 106 для пробы протекал через клапан 120 и через камеру 108 калибранта. В некоторых вариантах осуществления этот газ называется «газом-носителем» 116. Газ-носитель 116 включает в себя по меньшей мере одно из: окружающий воздух, очищенный воздух, осушенный воздух, очищенный азот и их комбинации. В иллюстративном варианте осуществления газ-носитель 116 имеет расход (например, от насоса 106 для пробы) от примерно 5 мл/мин до примерно 5000 мл/мин, от примерно 5 мл/мин до примерно 1000 мл/мин, от примерно 10 мл/мин до на примерно 100 мл/мин или от примерно 25 мл/мин до примерно 50 мл/мин. Газ-носитель 116 протекает через камеру 108 калибранта для «захвата» в ней калибранта и активно доставляет калибрانت в детектор 102. Комбинация газа-носителя 116 и переносимого в нем калибранта называется в настоящем описании «газом-калибрантом» 124. Камера 108 калибранта имеет проточное сообщение с детектором 102 через клапан 122. В изображенном варианте осуществления клапан 122 включает в себя двухходовой клапан 122, такой, что в зависимости от положения клапана 122 газ-калибронт 124 будет течь через клапан 122 к детектору 102 или не будет течь через клапан 122. Для калибровки детектора 102 клапан 122 имеет такое положение, чтобы газ-калибронт 124 протекал через клапан 122 к детектору 102 для детектирования калибранта. Наличие внутренней камеры 108 калибранта позволяет системе 100 детектирования использовать меньше калибранта, чем альтернативные системы детектирования, использующие внешние ловушки, поскольку система 100 детектирования спроектирована направлять газ-калибронт 124 непосредственно в детектор 102. Дополнительно или альтернативно, система 100 детектирования направляет газ-калибронт 124 через десорбер 104 в детектор 102.

[00102] В иллюстративном варианте осуществления калибронт

включает в себя по меньшей мере одно из: дибензиламин, диэтилфенилмалонат, диизопропилфенол, 2,4-диметилпиридин, диоктилфталат, динитротолуол, дипропиленгликоля монометилловый эфир, 2,6-ди-трет-бутилпиридин, этилсалицилат, гексахлорэтан, гексафенилбензол, 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол, метилсалицилат, никотинамид, 4-нитробензонитрил, 5-нитрованилин, пентахлорэтан, тригексиламин и их комбинации. Каким бы конкретным веществом не являлся калибрانت, он «известен» детектору 102 (например, его оператору) до калибровки детектора 102 с использованием калибранта. Детектор 102 сравнивает обнаруженный сигнал калибранта с «библиотекой» ожидаемых сигналов, представляющих собой различные вещества, включая калибрانت. Детектор 102 затем корректирует обнаруженный сигнал по меньшей мере на часть «калибровочной единицы», чтобы привести в соответствие обнаруженный сигнал с ожидаемым сигналом для калибранта. Следует понимать, что калибровочная единица является произвольной единицей измерения, соответствующей конкретной калибровке, и, соответственно, ссылка на «одну», «более одной», «менее одной» и/или «часть» «откалиброванной единицы» может означать одну и ту же величину абсолютного времени. Затем обнаруженные в последующем сигналы (например, сигналы проб неизвестных веществ) корректируются на такую же величину (например, по меньшей мере часть калибровочной единицы) для точного сравнения обнаруженных сигналов (проб) с библиотекой веществ для идентификации составляющих пробы.

[00103] В некоторых вариантах осуществления камера 108 калибранта включает в себя от примерно 10 мг до примерно 500 г калибранта. В некоторых вариантах осуществления камера 108 калибранта включает в себя от примерно 50 мг до примерно 250 г калибранта, от примерно 25 мг до примерно 100 г калибранта или от примерно 20 мг до примерно 50 г калибранта. А именно, в некоторых вариантах осуществления камера 108 калибранта включает в себя от примерно 0,1 г до примерно 10 г калибранта.

[00104] В некоторых вариантах осуществления камера 108 калибранта включает в себя капиллярную трубку (не показана), включающую в себя калибрانت. Капиллярная трубка выполнена с

возможностью испускания калибранта с конкретной, предварительно определенной скоростью. В некоторых вариантах осуществления калибрانت испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления калибрانت испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления калибрانت испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин. В других вариантах осуществления камера 108 калибранта включает в себя клапан регулировки (не показан), выполненный с возможностью подачи калибранта с конкретной, предварительно определенной скоростью. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает калибрانت со скоростью испускания от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает калибрانت со скоростью испускания от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает калибрانت со скоростью испускания от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин. Газ-носитель 116 поступает в камеру 108 калибранта и «захватывает» калибрانت, подаваемый из капиллярной трубки и/или регулирующим клапаном, для анализа детектором 102 и калибровки детектора 102.

[00105] В некоторых вариантах осуществления калибровка детектора 102 включает в себя ионизацию калибранта в газе-калибрante 124. Детектор 102 детектирует и записывает по меньшей мере один спектр подвижности ионизированного калибранта. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 дополнительно или альтернативно детектирует и записывает по меньшей мере один из: дифференциальный спектр подвижности и/или масс-спектр, в зависимости от типа детектора 102. Соответственно, там, где в настоящем описании используется выражение «спектр подвижности», следует понимать, что оно относится, в общем, к любому из этих

спектров. В иллюстративном варианте осуществления спектры подвижности построены на осях, соответствующих времени пролета и «значению счетчика» или «величине». Там, где детектируются другие типы спектров, одна или несколько осей соответствует другим характеристикам, таким как компенсационное напряжение или масса. Время пролета является индивидуальной характеристикой вещества. Поэтому детектирование времени пролета вещества обеспечивает идентификацию этого вещества. Каждый спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик, при этом конкретный пик спектра подвижности соответствует обнаруженному калибранту. Детектор 102 идентифицирует время пролета, ассоциированное с пиком, и корректирует обнаруженное время пролета пика до известного времени пролета, ассоциированного с калибрантом.

[00106] В некоторых вариантах осуществления, детектор 102 осуществляет доступ к библиотеке «известных» или «ожидаемых» сигналов или спектров подвижности, при этом каждый спектр ассоциирован с конкретным веществом. Эти известные спектры подвижности получают путем выполнения «базовой калибровки» для каждого вещества в библиотеке. Базовая калибровка включает в себя анализ известного спектра подвижности для каждого известного вещества или, более конкретно, анализ и идентификацию положения по меньшей мере одного пика известного вещества. Известные спектры подвижности, включающие в себя соответствующие положения пиков, сохраняются в библиотеке. Детектор 102 определяет известный спектр для калибранта и корректирует обнаруженное время пролета обнаруженного пика калибранта для приведения в соответствие с известным временем пролета, ассоциированным с известным пиком калибранта. Например, в некоторых вариантах осуществления детектор 102 смещает пик вверх или вниз по оси времени пролета на X мс. Детектор 102 записывает эту коррекцию (например, $+X$ мс) как одну или несколько калибровочных единиц.

[00107] В некоторых вариантах осуществления детектор 102 калибруется через фиксированные интервалы. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления фиксированные интервалы

предварительно определяются, например, оператором (не показан) системы 100 детектирования и/или путем предварительного программирования системы 100 детектирования. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал находится между примерно 10 минутами и примерно 24 часами, между примерно 15 минутами и примерно 8 часами, между примерно 30 минутами и примерно 4 часами, между примерно 1 часом и примерно 3 часами, примерно 2 часами или примерно 30 минутами. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал является «гибким» в том смысле, что дополнительные калибровки выполняются до того, как фиксированный интервал полностью истечет. Например, в некоторых вариантах осуществления система 100 детектирования предварительно запрограммирована инициировать калибровку в случае изменения давления за пределы определенного порога. В качестве другого примера, если качество калибровки низкое (например, низкая достоверность калибровочных результатов или плохая верификация), система 100 детектирования предварительно запрограммирована сокращать один или несколько интервалов. Дополнительно или альтернативно, детектор 102 калибруется «по запросу» во время, определенное пользователем (например, оператором) системы 100 детектирования. Например, в некоторых вариантах осуществления, детектор 102 калибруется для каждой пробы. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 калибруется, по существу, непрерывно, например, до и/или после анализа каждой пробы.

[00108] В некоторых вариантах осуществления температура камеры 108 калибранта поддерживается до, во время и/или после калибровки детектора 102. Более конкретно, в некоторых вариантах осуществления, температура камеры 108 калибранта поддерживается между примерно 0°C и примерно 200°C, между примерно 10°C и примерно 150°C, между примерно 15°C и примерно 100°C или между примерно 20°C и примерно 50°C. Температура поддерживается в камере 108 калибранта с помощью по меньшей мере одного из: нагревания, охлаждения или их комбинации. Например, в некоторых вариантах осуществления, система 100 детектирования включает в

себя один или несколько нагревательных элементов и/или охлаждающих элементов (не показаны), таких как нагреватели, вентиляторы, блоки нагрева/охлаждения и/или любые другие нагревательные/охлаждающие элементы. Дополнительно или альтернативно, температура поддерживается пассивно, например, при температуре окружающей среды вокруг системы 100 детектирования.

[00109] Когда система 100 детектирования работает для обнаружения и определения одной или нескольких неизвестных составляющих газа пробы, клапан 120 имеет такое положение, чтобы газ 114 от насоса 106 для пробы протекал через клапан 120 ко входу пробы (не показан) и, в некоторых вариантах осуществления, к десорберу 104. Десорбер 104 (если он имеется) испаряет пробу и направляет переведенную в газообразное состояние пробу через сопло 110 и фильтр 112 в детектор 102. Детектор 102 анализирует переведенную в газообразное состояние пробу для идентификации в ней любых представляющих интерес веществ.

[00110] В изображенном варианте осуществления система 100 детектирования дополнительно включает в себя вычислительное устройство 130. Хотя вычислительное устройство 130 изображено как удаленное от детектора 102 и имеющее с ним связь, следует понимать, что в некоторых вариантах осуществления вычислительное устройство 130 является неотъемлемой частью детектора 102. В некоторых вариантах осуществления вычислительное устройство 130 включает в себя запоминающее устройство 132 и процессор 134, функционально связанный с запоминающим устройством 132 для исполнения инструкций. В некоторых вариантах осуществления исполнимые инструкции хранятся в запоминающем устройстве 132. Вычислительное устройство 130 выполнено с возможностью выполнения одной или нескольких операций, описанных в настоящем описании, путем программирования процессора 134. Например, в некоторых вариантах осуществления процессор 134 программируется путем кодирования операции как одной или нескольких исполнимых инструкций и обеспечения исполнимых инструкций в запоминающем устройстве 132. В иллюстративном варианте осуществления запоминающее устройство 132 является одним или несколькими

устройствами, которые обеспечивают хранение и извлечение информации, такой как исполнимые инструкции и/или другие данные. Запоминающее устройство 132 в некоторых вариантах осуществления включает в себя одну или несколько машиночитаемых сред.

[00111] Запоминающее устройство 132 выполнено с возможностью хранения предварительно запрограммированной библиотеки спектров подвижности, каждый спектр подвижности ассоциирован с одним веществом из множества веществ. Запоминающее устройство 132 в некоторых вариантах осуществления может дополнительно хранить ассоциированные времена пролета, пределы для аварийного сигнала, историю детектирования, профили и историю калибровки (например, историю верификации) для детектора 102 и/или данные любого другого типа. В иллюстративном варианте осуществления вычислительное устройство 130, включающее в себя запоминающее устройство 132, включает в себя, без ограничения, достаточные машиночитаемые/исполнимые инструкции, достаточные данные и структуры данных, алгоритмы и команды для обеспечения детектирования вещества(веществ), введенного в детектор 102 (например, пробы, калибранта, верификационного вещества и/или вещества проверки чувствительности).

[00112] В иллюстративном варианте осуществления система 100 детектирования вещества дополнительно включает в себя представление оператора и/или интерфейс 136 управления, связанный с вычислительным устройством 130. Интерфейс 136 представляет данные, такие как спектры подвижности, процедуры калибровки, результаты верификации и/или результаты проверки чувствительности. В некоторых вариантах осуществления интерфейс 136 включает в себя одно или несколько устройств отображения. В некоторых вариантах осуществления интерфейс 136 обеспечивает звуковое и/или графическое уведомление при обнаружении представляющего интерес вещества. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления интерфейс 136 обеспечивает управление вычислительным устройством 130 и ручной ввод данных в вычислительное устройство 130. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления вычислительное устройство 130 имеет связь с одним или несколькими другими устройствами, такими как другое

вычислительное устройство 130, локальное или удаленное. По сути в некоторых вариантах осуществления система 100 детектирования вещества объединена в сеть с другими системами и устройствами, так что к данным, передаваемым через части системы 100, может получить доступ любое устройство, способное осуществлять доступ к вычислительному устройству 130, в том числе, без ограничения, настольные компьютеры, портативные компьютеры и персональные цифровые помощники (PDA) (не показаны).

[00113] Используемый в настоящем описании термин «компьютер» и связанные с ним термины, например, «вычислительное устройство», не ограничиваются интегральными схемами, называемыми в данной области техники компьютером, но в широком смысле относится к микроконтроллеру, микрокомпьютеру, программируемому логическому контроллеру (PLC), специализированной интегральной схеме и другим программируемым схемам, и эти термины используются в настоящем описании взаимозаменяемо. Кроме того, используемые в настоящем документе термины «программное обеспечение» и «микропрограммное обеспечение» являются взаимозаменяемыми и включают в себя любую компьютерную программу, сохраненную в памяти для исполнения персональными компьютерами, рабочими станциями, клиентами и серверами.

[00114] Используемый в настоящем документе термин «машиночитаемые носители долговременного хранения» предназначен для представления любого материального устройства на основе компьютера, реализованного любым способом или технологией для краткосрочного и длительного хранения информации, такой как машиночитаемые инструкции, структуры данных, программные модули и подмодули или другие данные в любом устройстве. Поэтому способы, описанные в настоящем описании, могут быть закодированы как исполнимые инструкции, воплощенные в материальной, машиночитаемой среде долговременного хранения, в том числе, без ограничения, устройстве хранения и/или запоминающем устройстве. Такие инструкции при исполнении процессором вызывают выполнение процессором по меньшей мере части способов, описанных в настоящем описании. Кроме того, используемый в настоящем

документе термин «машиночитаемые носители долговременного хранения» включает в себя все материальные машиночитаемые среды, в том числе, без ограничения, компьютерные запоминающие устройства долговременного хранения, в том числе, без ограничения, энергозависимые и энергонезависимые носители и съемные и несъемные носители, такие как микропрограммное обеспечение, физическая и виртуальная память, CD-ROM, DVD и любой другой цифровой источник, такой как сеть или Интернет, а также цифровые средства, которые еще не разработаны, за единственным исключением, являющимся распространяющим сигналом кратковременного хранения.

[00115] Фиг. 2 является схематическим чертежом другого иллюстративного варианта осуществления системы 100 детектирования, показанной на фиг. 1. Более конкретно, система 100 детектирования, как показано, дополнительно включает в себя камеру 208 верификационного вещества.

[00116] На изображенном варианте осуществления насос 106 для пробы имеет проточное сообщение с камерой 108 калибранта через клапан 120 и имеет проточное сообщение с камерой 208 верификационного вещества через клапан 220. В изображенном варианте осуществления клапан 120 включает в себя трехходовой клапан 120, такой, что в зависимости от положения клапана 220 газ 114, выходящий из насоса 106, будет течь через клапан 120 к камере 106 калибранта, будут течь через клапан 120 к клапану 220 или не будут течь через клапан 120. Кроме того, клапан 220 включает в себя трехходовой клапан 220, такой, что в зависимости от положения клапана 220 газ 114, выходящий из насоса 106 для пробы через клапан 220, будут течь через клапан 220 к камере 208 верификационного вещества, будут течь через клапан 220 к выпускному отверстию или не будут течь через клапан 220.

[00117] Когда система 100 детектирования работает для верификации предшествующей калибровки детектора 102, клапан 220 имеет такое положение, чтобы газ-носитель 116 от насоса 106 для пробы тек через клапан 120, через клапан 220 и через камеру верификационного вещества 108. Газ-носитель 116 течет через камеру 208 верификационного вещества для «захвата» в ней

верификационного вещества и активной доставки верификационного вещества в детектор 102. Комбинация газа-носителя 116 и переносимого в нем верификационного вещества называется в настоящем описании «верификационным газом» 224. Камера 208 верификационного вещества имеет проточное сообщение с детектором 102 через клапан 222. В изображенном варианте осуществления клапан 222 включает в себя двухходовой клапан 222, такой, что в зависимости от положения клапана 222 верификационный газ 224 будет течь через клапан 222 к детектору 102 или не будет течь через клапан 222. Для верификации предшествующей калибровки детектора 102 клапан 222 имеет такое положение, что верификационный газ 224 течет через клапан 222 и в детектор 102 для детектирования верификационного вещества. Наличие внутренней камеры 208 верификационного вещества позволяет системе 100 детектирования использовать меньше верификационного вещества, чем альтернативные системы детектирования, использующие внешние ловушки, поскольку система 100 детектирования спроектирована направлять верификационный газ 224 непосредственно в детектор 102. Дополнительно или альтернативно, система 100 детектирования направляет газ-калибрانت 124 через десорбер 104 в детектор 102.

[00118] В иллюстративном варианте осуществления верификационное вещество включает в себя по меньшей мере одно из: дибензиламин, диэтилфенилмалонат, диизопропилфенол, 2,4-диметилпиридин, диоктилфталат, динитротолуол, дипропиленгликоля монометилловый эфир, 2,6-ди-трет-бутилпиридин, этилсалицилат, гексахлорэтан, гексафенилбензол, 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол, метилсалицилат, никотинамид, 4-нитробензонитрил, 5-нитрованилин, пентахлорэтан, тригексиламин и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления калибрانت и верификационное вещество включают в себя одно и то же вещество. В других вариантах осуществления калибрانت и верификационное вещество включают в себя по меньшей мере одно другое вещество. Каким бы конкретным веществом не было верификационное вещество, верификационное вещество «известно» детектору 102 (например, его оператору) до верификации калибровки детектора 102 с использованием верификационного вещества. Детектор 102 генерирует обнаруженный

сигнал верификационного вещества, корректирует обнаруженный сигнал на калибровочную единицу и сравнивает скорректированный сигнал с «библиотекой» ожидаемых сигналов, представляющих собой различные вещества, включая верификационное вещество. Если скорректированный сигнал находится в конкретном диапазоне ожидаемого сигнала (например, с одним среднеквадратичным отклонением), то калибровка детектора 102 считается верифицированной. Если калибровка не верифицирована, в некоторых вариантах осуществления оператор системы 100 детектирования повторяет калибровочный процесс, описанный выше.

[00119] В некоторых вариантах осуществления камера 208 верификационного вещества включает в себя от примерно 10 мг до примерно 500 г верификационного вещества. В некоторых вариантах осуществления камера 208 верификационного вещества включает в себя от примерно 50 мг до примерно 250 г верификационного вещества, от примерно 25 мг до примерно 100 г верификационного вещества или от примерно 20 мг до примерно 50 г верификационного вещества. Более конкретно, в некоторых вариантах осуществления камера 208 верификационного вещества включает в себя от примерно 0,1 г до примерно 10 г верификационного вещества.

[00120] В некоторых вариантах осуществления камера 208 верификационного вещества включает в себя капиллярную трубку (не показана), включающую в себя верификационное вещество. Капиллярная трубка выполнена с возможностью испускания верификационного вещества с конкретной, предварительно определенной скоростью. Верификационное вещество испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления верификационное вещество испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления верификационное вещество испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин. В других вариантах осуществления камера 208 верификационного вещества

включает в себя клапан регулировки (не показан), выполненный с возможностью подачи верификационного вещества с конкретной, предварительно определенной скоростью. Клапан регулировки подает верификационное вещество со скоростью выпуска от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает верификационное вещество со скоростью выпуска от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает верификационное вещество со скоростью выпуска от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин. Газ-носитель 116 поступает в камеру 208 верификационного вещества и «захватывает» верификационное вещество, подаваемое из капиллярной трубки и/или регулирующим клапаном, для анализа детектором 102 и верификации калибровки детектора 102.

[00121] В некоторых вариантах осуществления верификация калибровки детектора 102 включает в себя ионизацию верификационного вещества в верификационном газе 224. Детектор 102 детектирует и записывает по меньшей мере один спектр подвижности (и/или дифференциальной подвижности или масс-спектр) ионизированного верификационного вещества. В этом иллюстративном варианте осуществления спектр подвижности строится на осях, соответствующих времени пролета и значению счетчика. Спектр подвижности автоматически смещается по оси времени пролета (и/или оси компенсационного напряжения или оси массы в соответствии с типом детектора 102) в соответствии с калибровочной единицей(ами), определенной выше. Спектр подвижности включает в себя пик, который, как только спектр подвижности скорректирован, должен соответствовать обнаруженному верификационному веществу. Детектор 102 идентифицирует время пролета, ассоциированное со скорректированным пиком. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 осуществляет доступ к библиотеке известных спектров подвижности. Детектор 102 идентифицирует известный спектр для верификационного вещества и определяет, находится ли скорректированный пик в пределах

конкретного диапазона для известного пика для верификационного вещества. Детектор 102 далее записывает скорректированный и верифицированный спектр подвижности и время пролета. Если скорректированный пик находится в пределах заданного диапазона для известного пика, калибровка детектора 102 является верифицированной. Если калибровка не верифицирована, в некоторых вариантах осуществления оператор системы 100 детектирования повторяет калибровочный процесс, описанный выше.

[00122] В некоторых вариантах осуществления верификация калибровки детектора 102 выполняется через фиксированные интервалы. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления фиксированные интервалы предварительно определяются, например, оператором (не показан) системы 100 детектирования и/или путем предварительного программирования системы 100 детектирования. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал находится между примерно 10 минутами и примерно 24 часами, между примерно 15 минутами и примерно 8 часами, между примерно 30 минутами и примерно 4 часами, между примерно 1 часом и примерно 3 часами, примерно 30 минутами или примерно 2 часами. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал является «гибким» в том смысле, что дополнительные верификации выполняются до того, как фиксированный интервал полностью истечет. Например, если процесс проверки указывает низкую достоверность калибровки, в некоторых вариантах осуществления система детектирования 100 предварительно запрограммирована сокращать один или несколько интервалов. Дополнительно или альтернативно, калибровка детектора 102 верифицируется «по запросу» в момент времени, определенный пользователем (например, оператором) системы 100 детектирования. Дополнительно или альтернативно, калибровка детектора 102 верифицируется, по существу, непрерывно (например, без существенной паузы) после каждой калибровки детектора 102. В некоторых вариантах осуществления калибровка детектора 102 верифицируется в пределах предварительно определенного периода времени после калибровки. Предварительно определенный период времени в различных вариантах осуществления равен от примерно 10 секунд до примерно 1 дня

после калибровки, от примерно 15 секунд до примерно 12 часов после калибровки, от примерно 30 секунд до примерно 2 часов после калибровки, от примерно 45 секунд до примерно 10 минут после калибровки, от примерно 1 минуты до примерно 5 минут после калибровки или от примерно 1 минуты до примерно 2 минут после калибровки. Дополнительно или альтернативно, калибровка детектора 102 верифицируется для каждой пробы.

[00123] В некоторых вариантах осуществления температура камеры 208 верификационного вещества поддерживается до, во время и/или после верификации калибровки детектора 102. Более конкретно, в некоторых вариантах осуществления температура камеры 208 верификационного вещества поддерживается между примерно 0°C и примерно 200°C, между примерно 10°C и примерно 150°C, между примерно 15°C и примерно 100°C или между примерно 20°C и примерно 50°C. Температура в камере 208 верификационного вещества поддерживается с помощью по меньшей мере одного из: нагревания, охлаждения или их комбинации. Например, в некоторых вариантах осуществления, система 100 детектирования включает в себя один или несколько нагревательных элементов и/или охлаждающих элементов (не показаны), таких как нагреватели, вентиляторы, блоки нагрева/охлаждения и/или любые другие нагревательные/охлаждающие элементы. Дополнительно или альтернативно, температура камеры 208 верификационного вещества поддерживается пассивно, например, при температуре окружающей среды вокруг системы 100 детектирования.

[00124] Фиг. 3 является схематическим чертежом другого иллюстративного варианта осуществления системы 100 детектирования, показанной на фиг. 1 и 2. Более конкретно, система 100 детектирования, как показано, дополнительно включает в себя камеру 308 вещества проверки чувствительности, а также корпус 300. В изображенном варианте осуществления корпус 300 содержит все компоненты системы 100 детектирования, в том числе детектор 102, камеру 108 калибранта, камеру 208 верификационного вещества и камеру 308 вещества проверки чувствительности.

[00125] В изображенном варианте осуществления насос 106 для

пробы имеет проточное сообщение с камерой 108 калибранта через клапан 120, имеет проточное сообщение с камерой 208 верификационного вещества через клапан 220 и имеет проточное сообщение с камерой 308 вещества проверки чувствительности через клапан 320. В изображенном варианте осуществления клапан 120 включает в себя трехходовой клапан 120, такой, что в зависимости от положения клапана 120 газ 114, выходящий из насоса 106 для пробы, будет течь через клапан 120 к камере 108 калибранта, будет течь через клапан 120 к клапану 220 или не будет течь через клапан 120. Кроме того, клапан 220 включает в себя трехходовой клапан 220, такой, что в зависимости от положения клапана 220 газ 114, выходящий из насоса 106 для пробы, будет течь через клапан 220 к камере 208 верификационного вещества, будет течь через клапан 220 к клапану 320 или не будет течь через клапан 220. Кроме того, клапан 320 включает в себя трехходовой клапан 320, такой, что в зависимости от положения клапана 320 газ 114, выходящий из насоса 106 для пробы, будет течь через клапан 320 к камере 308 вещества проверки чувствительности, будет течь через клапан 320 к детектору 102 или не будет течь через клапан 320.

[00126] Когда система 100 детектирования работает для проверки чувствительности детектора 102, клапаны 120, 220 и 320 имеют такое положение, что газ-носитель 116 от насоса 106 для пробы течет через клапан 120, через клапан 220, через клапан 320 и через камеру 308 вещества проверки чувствительности. Газ-носитель 116 течет через камеру 308 вещества проверки чувствительности для «захвата» в ней вещества проверки чувствительности и активной доставки вещества проверки чувствительности в детектор 102. Комбинация газа-носителя 116 и переносимого в нем вещества проверки чувствительности называется в настоящем описании «газом 324 проверки чувствительности». Камера 308 вещества проверки чувствительности имеет проточное сообщение с детектором 102 через клапан 322. В изображенном варианте осуществления клапан 322 включает в себя двухходовой клапан 322, такой, что в зависимости от положения клапана 322 газ 324 проверки чувствительности будет течь через клапан 322 к

детектору 102 или не будет течь через клапан 322. Для проверки чувствительности детектора 102 клапан 322 имеет такое положение, что газ 324 проверки чувствительности течет через клапан 322 к детектору 102 для детектирования вещества проверки чувствительности. Наличие внутренней камеры 308 вещества проверки чувствительности позволяет системе 100 детектирования использовать меньше вещества проверки чувствительности, чем альтернативные системы детектирования, использующие внешние ловушки, поскольку система 100 детектирования спроектирована направлять газ 324 проверки чувствительности непосредственно в детектор 102. Дополнительно или альтернативно, система 100 детектирования направляет газ-калибрانت 124 через десорбер 104 в детектор 102.

[00127] В этом иллюстративном варианте осуществления вещество проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно из: дибензиламин, диэтилфенилмалонат, диизопропилфенол, 2,4-диметилпиридин, диоктилфталат, динитротолуол, дипропиленгликоля монометиловый эфир, 2,6-ди-трет-бутилпиридин, этилсалицилат, гексахлорэтан, гексафенилбензол, 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол, метилсалицилат, никотинамид, 4-нитробензонитрил, 5-нитрованилин, пентахлорэтан, тригексиламин и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления калибрانت и вещество проверки чувствительности включают в себя одно и то же вещество. В других вариантах осуществления калибрانت и вещество проверки чувствительности включают в себя по меньшей мере одно другое вещество. В некоторых вариантах осуществления верификационное вещество и вещество проверки чувствительности включают в себя одно и то же вещество. В других вариантах осуществления верификационное вещество и вещество проверки чувствительности включают в себя по меньшей мере одно другое вещество. Каким бы конкретным веществом не было вещество проверки чувствительности, вещество проверки чувствительности «известно» детектору 102 (например, его оператору) до проверки чувствительности детектора 102 с использованием вещества проверки чувствительности. Кроме того, количество вещества проверки чувствительности, введенного

в детектор 102, как правило известно. Детектор 102 генерирует обнаруженный сигнал вещества проверки чувствительности. Если сигнал имеет подходящую величину в соответствии с известным количеством вещества проверки чувствительности, введенного в детектор 102, чувствительность детектора 102 считается подтвержденной. В некоторых вариантах осуществления, если чувствительность не подтверждается (например, вещество проверки чувствительности не обнаруживается), оператор системы 100 детектирования запрашивает техническое обслуживание системы 100 детектирования.

[00128] В некоторых вариантах осуществления камера 308 вещества проверки чувствительности включает в себя от примерно 10 мг до примерно 500 г вещества проверки чувствительности. В некоторых вариантах осуществления камера 308 вещества проверки чувствительности включает в себя от примерно 50 мг до примерно 250 г вещества проверки чувствительности, от примерно 25 мг до примерно 100 г вещества проверки чувствительности или от примерно 20 мг до примерно 50 г вещества проверки чувствительности. Более конкретно, в некоторых вариантах осуществления камера 308 вещества проверки чувствительности включает в себя от примерно 0,1 г до примерно 10 г вещества проверки чувствительности.

[00129] В некоторых вариантах осуществления камера 308 вещества проверки чувствительности включает в себя капиллярную трубку (не показана), включающую в себя вещество проверки чувствительности. Капиллярная трубка выполнена с возможностью испускания вещества проверки чувствительности с конкретной, предварительно определенной скоростью. Вещество проверки чувствительности испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления вещество проверки чувствительности испускается из капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления вещество проверки чувствительности испускается из

капиллярной трубки со скоростью испускания от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин.

[00130] В других вариантах осуществления камера 308 вещества проверки чувствительности включает в себя клапан регулировки (не показан), выполненный с возможностью подачи вещества проверки чувствительности с конкретной, предварительно определенной скоростью. Клапан регулировки подает вещество проверки чувствительности со скоростью испускания от примерно 0,4 мкг/мин до примерно 30 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает вещество проверки чувствительности со скоростью испускания от примерно 0,5 мкг/мин до примерно 25 мкг/мин, от примерно 0,75 мкг/мин до примерно 20 мкг/мин или от примерно 0,9 мкг/мин до примерно 10 мкг/мин. В некоторых вариантах осуществления клапан регулировки подает вещество проверки чувствительности со скоростью испускания от примерно 1 мкг/мин до примерно 2 мкг/мин. Газ-носитель 116 поступает в камеру 308 вещества проверки чувствительности и «захватывает» вещество проверки чувствительности, выпущенное из капиллярной трубки и/или регулирующего клапана, для анализа детектором 102 и для проверки чувствительности детектора 102. В иллюстративном варианте осуществления независимо от того, какова скорость подачи вещества проверки чувствительности в камеру 308 вещества проверки чувствительности, величина или количество вещества проверки чувствительности, которое переносится в газе-носителе (и/или концентрация вещества проверки чувствительности в газе-носителе), «известно», например, оператору, так что он определяет, достаточно ли чувствителен детектор 102 (например, чтобы соответствовать требованиям бизнеса/клиента и/или законодательства).

[00131] В некоторых вариантах осуществления проверка чувствительности детектора 102 включает в себя ионизацию вещества проверки чувствительности в газе 324 проверки чувствительности. Детектор 102 детектирует и записывает по меньшей мере один спектр подвижности (и/или дифференциальной подвижности или масс-спектр) ионизированного вещества проверки чувствительности. В этом иллюстративном варианте осуществления

спектр подвижности строится на осях, соответствующих времени пролета и значению счетчика. Спектр подвижности смещается по оси времени пролета (и/или оси компенсационного напряжения или оси массы в соответствии с типом детектора 102) в соответствии с калибровочной единицей(ами), определенной выше. Спектр подвижности включает в себя пик, который, как только спектр подвижности скорректирован, должен соответствовать обнаруженному веществу проверки чувствительности. Детектор 102 идентифицирует время пролета, ассоциированное со скорректированным пиком. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 осуществляет доступ к библиотеке известных спектров подвижности. Детектор 102 идентифицирует известный спектр для вещества проверки чувствительности и определяет, имеет ли пик спектра подвижности подходящую интенсивность от вещества проверки чувствительности на основании известного количества вещества проверки чувствительности, направленного в детектор 102 в газе 324 проверки чувствительности. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 анализирует пик количественно, например, находится ли интенсивность пика в конкретном диапазоне. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 анализирует пик пропорционально, например, пропорционален ли пик вещества проверки чувствительности пику вещества газа-носителя 116 в соответствии с известным количеством/пропорцией вещества проверки чувствительности в газе 324 проверки чувствительности. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 анализирует пик качественно, например, находится ли интенсивность пика выше порога «обнаружения», указывая, что вещество проверки чувствительности было успешно обнаружено. Если было определено, что пик спектра подвижности количественно, пропорционально, качественно и/или иным образом является подходящим, чувствительность детектора 102 подтверждается или верифицируется. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 сравнивает интенсивность пика и/или любую другую характеристику спектра подвижности с рядом предварительно выбранных критериев обнаружения, что инициирует сигнальное состояние, которое оценивается детектором 102 (например, с помощью одного или

нескольких программных приложений). Вместо того, чтобы требовать двоичный ответ для одного порога, детектор 102 программируется оценивать силу сигнала для сигнального состояния, при этом низкая сила сигнала представляет более низкий уровень обнаружения или более низкую достоверность обнаружения. Более высокая сила сигнала представляет собой более высокий уровень обнаружения или более высокую достоверность обнаружения.

[00132] В некоторых вариантах осуществления проверка чувствительности детектора 102 выполняется через фиксированные интервалы. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления фиксированные интервалы предварительно определяются, например, оператором (не показан) системы 100 детектирования и/или путем предварительного программирования системы 100 детектирования. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал находится между примерно 10 минутами и примерно 24 часами, между примерно 15 минутами и примерно 8 часами, между примерно 30 минутами и примерно 4 часами, между примерно 1 часом и примерно 3 часами, примерно 30 минутами или примерно 2 часами. В некоторых вариантах осуществления фиксированный интервал является «гибким» в том смысле, что дополнительные проверки чувствительности выполняются до того, как фиксированный интервал полностью истечет. Например, если проверка чувствительности указывает низкую достоверность чувствительности детектора 102, в некоторых вариантах осуществления система 100 детектирования предварительно запрограммирована сокращать один или несколько интервалов. Дополнительно или альтернативно чувствительность детектора 102 проверяется «по запросу» в момент времени, определенный пользователем (например, оператором) системы 100 детектирования. Дополнительно или альтернативно чувствительность детектора 102 проверяется после каждой калибровки детектора 102. В некоторых вариантах осуществления чувствительность детектора 102 проверяется, по существу, непрерывно (например, без существенной паузы) после каждой калибровки и/или верификации калибровки детектора 102. В некоторых вариантах осуществления чувствительность детектора 102 проверяется в пределах предварительно определенного интервала времени после калибровки

и/или верификации калибровки. Предварительно определенный интервал времени в различных вариантах осуществления равен от примерно 10 секунд до примерно 1 дня после калибровки и/или верификации, от примерно 15 секунд до примерно 12 часов после калибровки и/или верификации, от примерно 30 секунд до примерно 2 часов после калибровки и/или верификации, от примерно 45 секунд до примерно 10 минут после калибровки и/или верификации, от примерно 1 минуты до примерно 5 минут после калибровки и/или верификации или от примерно 1 минуты до примерно 2 минут после калибровки и/или верификации. Дополнительно или альтернативно чувствительность детектора 102 проверяется для каждой пробы.

[00133] В некоторых вариантах осуществления температура камеры 308 вещества проверки чувствительности поддерживается до, во время и/или после проверки чувствительности детектора 102. Более конкретно, в некоторых вариантах осуществления, температура камеры 308 вещества проверки чувствительности поддерживается между примерно 0°C и примерно 200°C, между примерно 10°C и примерно 150°C, между примерно 15°C и примерно 100°C или между примерно 20°C и примерно 50°C. Температура в камере 308 вещества проверки чувствительности поддерживается с помощью по меньшей мере одного из: нагревания, охлаждения или их комбинации. Например, в некоторых вариантах осуществления, система 100 детектирования включает в себя один или несколько нагревательных элементов и/или охлаждающих элементов (не показаны), таких как нагреватели, вентиляторы, блоки нагрева/охлаждения и/или любые другие нагревательные/охлаждающие элементы. Дополнительно или альтернативно температура камеры 308 проверки чувствительности поддерживается пассивно, например, при температуре окружающей среды вокруг системы 100 детектирования.

[00134] В некоторых вариантах осуществления верификационное вещество, калибрانت и вещество проверки чувствительности предпочтительно, но не обязательно, являются отдельными и различными веществами, которые расположены в различных физических камерах системы обнаружения. Различные камеры, как правило, имеют по меньшей мере одну или несколько стенок,

барьеров, мембран или других элементов, физически отделяющих каждую камеру друг от друга, тем самым приводя к физическому разделению верификационного вещества, калибранта и вещества проверки чувствительности друг от друга даже при том, что различные камеры могут иметь прямое или не прямое проточное сообщение друг с другом. Поэтому специалисту в данной области техники должно быть понятно, что 1) камера 208 верификационного вещества и камера 108 калибранта, как правило, являются отдельными камерами, имеющими по меньшей мере одну или несколько стенок, барьеров, мембран или других элементов, физически отделяющих камеру 208 верификационного вещества от камеры 108 калибранта, тем самым приводя к физическому разделению калибранта и верификационного вещества, 2) камера 208 верификационного вещества и камера 308 вещества проверки чувствительности, как правило, являются отдельными камерами, имеющими по меньшей мере одну или несколько стенок, барьеров, мембран или других элементов, физически отделяющих камеру 208 верификационного вещества от камеры 308 вещества проверки чувствительности, тем самым приводя к физическому разделению вещества проверки чувствительности и верификационного вещества, 3) камера 108 калибранта и камера 308 вещества проверки чувствительности, как правило, являются отдельными камерами, имеющими по меньшей мере одну или несколько стенок, барьеров, мембран или других элементов, физически отделяющих камеру 108 калибранта от камеры 308 вещества проверки чувствительности, тем самым приводя к физическому разделению калибранта и вещества проверки чувствительности и/или 4) каждая камера из камеры 108 калибранта, камеры 208 верификационного вещества и камеры 308 вещества проверки чувствительности, как правило, имеет по меньшей мере одну или несколько стенок, барьеров, мембран или других элементов, физически отделяющих каждую камеру из камеры 108 калибранта, камеры 208 верификационного вещества и камеры 308 вещества проверки чувствительности друг от друга, тем самым приводя к физическому разделению калибранта, вещества проверки чувствительности и верификационного вещества.

[00135] Следует понимать, что другие варианты осуществления

системы 100 детектирования включают в себя другие комбинации калибровочной камеры 108, камеры 208 верификационного вещества и камеры 308 вещества проверки чувствительности, чем изображено в настоящем описании. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления, система 100 детектирования включает в себя по меньшей мере одну из калибровочной камеры 108, камеры 208 верификационного вещества и/или камеры 308 вещества проверки чувствительности. Также следует понимать, что система 100 детектирования включает в себя дополнительные и/или альтернативные компоненты в некоторых вариантах осуществления. Например, в некоторых вариантах осуществления система 100 детектирования включает в себя компонент пресепарации пробы (например, хроматографический пресепаратор) для сепарирования переведенной в газообразное состояние пробы, прежде чем проба будет направлена в детектор 102.

[00136] Кроме того, в некоторых вариантах осуществления, система 100 детектирования включает в себя один или несколько дополнительных или альтернативных компонентов, так что одно или несколько из калибровки, верификации калибровки и проверки чувствительности выполняется с помощью способа, отличающегося от внутреннего способа, описанного выше. Например, в одном иллюстративном варианте осуществления система 100 детектирования включает в себя калибровочный компонент (не показан), выполненный с возможностью выполнения калибровки детектора 102 иначе, чем внутренним образом, например, с помощью внешней ловушки калибранта. Внешняя ловушка калибранта включает в себя калибрانت, который подается в детектор 102 через десорбер 104. В некоторых вариантах осуществления верификация и проверка чувствительности детектора 102 впоследствии выполняется внутренним образом, как описано в настоящем описании.

ПРИМЕРЫ

[00137] Следующие примеры описывают или иллюстрируют различные варианты осуществления настоящего раскрытия. Другие варианты осуществления в пределах объема прилагаемой формулы изобретения будут очевидны специалисту в данной области техники после изучения патентного описания или применения на практике

раскрытия, описанного в настоящем описании. Предполагается, что патентное описание вместе с Примерами является лишь иллюстративным, объем и сущность раскрытия указаны в формуле изобретения, следующей за Примерами.

Пример 1 – Калибровка

[00138] Пример 1 является иллюстративным вариантом осуществления калибровки детектора 102 (показанного на фиг. 1-3) с использованием систем и способов, описанных в настоящем описании. В частности, фиг. 4 является иллюстративным вариантом снимка 400 экрана для калибровочного процесса, выполненного системой 100 детектирования (также показанной на фиг. 1-3), а фиг. 5 является другим иллюстративным вариантом снимка 500 экрана для подтверждения другого калибровочного процесса, выполненного системой 100 детектирования. В этом примере газ-калибрانت (например, газ-калибрانت 124), включающий в себя газ-носитель (например, газ-носитель 116, оба из которых показаны на фиг. 1-3) и калибрانت, содержащий метилсалицилат, был подан в детектор 102 для обнаружения калибранта. Снимок 400 и/или 500 экрана представляет отображаемое содержание, например, в интерфейсе 136 (показанном на фиг. 1).

[00139] Снимок 400 экрана включает в себя график 402 из двух спектров 404, 406 подвижности. В изображенном варианте осуществления первый спектр 404 подвижности является спектром подвижности обнаруженных отрицательных ионов, а второй спектр 406 подвижности является спектром подвижности обнаруженных положительных ионов. Ось x является временем полета ионов в пролетной трубке («время полета»), и как таковая представляет собой характерный признак или идентификатор обнаруженного вещества, а ось y представляет собой «значение счетчика» для обнаруженного вещества. Увеличение высоты относительно оси y представляет более сильный сигнал, указывая на присутствие большего количества вещества. Каждый спектр 404, 406 подвижности включает в себя по меньшей мере один пик. В этом примере первый спектр 404 подвижности включает в себя первый пик 408, представляющий собой обнаружение отрицательных ионов калибранта. Второй спектр 406 подвижности включает в себя второй пик 410,

представляющий собой обнаружение положительных ионов калибранта.

[00140] Первый пик 408 имеет положение вдоль оси x с первым временем пролета, а второй пик 410 имеет положение вдоль оси x со вторым временем пролета. Детектор 102 осуществляет доступ к библиотеке известных спектров подвижности для калибранта и определяет известное время пролета отрицательных ионов и положительных иона для пиков вещества калибранта.

[00141] Аналогично, снимок 500 экрана включает в себя график 502 из двух спектров 504, 506 подвижности обнаруженных отрицательных ионов и обнаруженных положительных ионов, соответственно. В этом примере первый спектр 504 подвижности включает в себя первый пик 508, представляющий собой обнаружение отрицательных ионов калибранта. Второй спектр 506 подвижности включает в себя второй пик 510, представляющий собой обнаружение положительных ионов калибранта. Детектор 102 осуществляет доступ к библиотеке известных спектров подвижности для калибранта и определяет известное время пролета отрицательных ионов и положительных иона для пиков вещества калибранта. В изображенном варианте осуществления на фиг. 5 для завершения калибровочного процесса детектор 102 корректирует пики 508, 510 таким образом, чтобы скорректированные пики (не показаны) соответствовали правильному времени пролета для отрицательных и положительных ионов калибранта, соответственно, в соответствии с библиотекой известных спектров подвижности. Отображается диалоговое окно 512 «Успешная калибровка», указывая, что пики 508, 510 спектров 504, 506 подвижности были успешно скорректированы. Детектор 102 записывает величину или значение коррекции, необходимой для каждого из пиков 508, 510, и сохраняет это значение как калибровочное значение или калибровочную единицу. Детектируемые впоследствии сигналы (например, когда детектор 102 анализирует неизвестное представляющее интерес вещество) автоматически корректируются с помощью этих калибровочных значений.

Пример 2 – Верификация

[00142] Пример 2 является иллюстративным вариантом осуществления верификации калибровки детектора 102 с использованием систем и способов, описанных в настоящем

описании. В частности, фиг. 6 является иллюстративным вариантом снимка 600 экрана в процессе верификации, выполняемом системой 100 детектирования. В этом примере верификационный газ (например, верификационный газ 224, показанный на фиг. 2 и 3), включающий в себя газ-носитель (например, газ-носитель 116) и верификационное вещество, содержащее метилсалицилат, был подан в детектор 102 для обнаружения верификационного вещества. Снимок 600 экрана представляет отображаемое содержание, например, в интерфейсе 136 (показанном на фиг. 1).

[00143] Снимок 600 экрана включает в себя график 602 из двух спектров 604, 606 подвижности. В изображенном варианте осуществления первый спектр 604 подвижности является спектром подвижности отрицательных ионов газа-носителя и верификационного вещества, а второй спектр 606 подвижности является спектром подвижности положительных ионов газа-носителя и верификационного вещества. Каждый спектр 604, 606 подвижности включает в себя по меньшей мере один пик. В этом примере первый спектр 604 подвижности включает в себя первый пик 608, представляющий собой обнаружение отрицательных ионов верификационного вещества. Второй спектр 606 подвижности включает в себя второй пик 610, представляющий собой обнаружение положительных ионов верификационного вещества. Детектор 102 скорректировал пики 608, 610 с помощью калибровочных единиц, определенных в Примере 1. В этом примере детектор 102 обнаружил пики 608, 610, представляющие собой верификационное вещество, например, путем осуществления доступа к библиотеке известных веществ и подтверждения соответствия пиков 608, 610 известным пикам известного спектра подвижности верификационного вещества. В некоторых вариантах осуществления детектор 102 соответственно отображает предупреждение (не показано). Предупреждение указывает успешную верификацию калибровки детектора 102, поскольку скорректированные пики 608, 610 верификационного вещества были должным образом обнаружены. Если скорректированные пики 608, 610 не соответствуют известным пикам известного спектра подвижности верификационного вещества, в некоторых вариантах осуществления детектор 102 не отображает

предупреждение. Например, в некоторых вариантах осуществления детектор 102 отображает диалоговое окно «Неудачная верификация», и/или другое предупреждение, и/или воспроизводит звуковое предупреждение, указывающее, что верификация была неудачной, так что калибровка выполняется снова.

[00144] Фиг. 7 является схематическим чертежом альтернативного варианта осуществления системы 100 детектирования, показанной на фиг. 1. Более конкретно, система 100 детектирования, как показано, включает в себя одну внутреннюю камеру 708, которая включает в себя по меньшей мере одно или любую комбинацию двух или более из: калибровочное вещество или калибрانت, верификационное вещество (вещества), вещество (вещества) проверки чувствительности.

[00145] В изображенном варианте осуществления насос 106 для пробы имеет проточное сообщение с камерой 708 через клапан 120. В соответствии с одним аспектом настоящего патентного описания камера 708 выполнена с возможностью содержать по меньшей мере одно или любую комбинацию двух или более из: калибровочное вещество или калибрانت, верификационное вещество (вещества), вещество (вещества) проверки чувствительности (далее все вместе упоминаемые как «несколько соединений»). В некоторых вариантах осуществления несколько соединений заполняют камеру 708 в виде смеси. В одном варианте осуществления эти несколько соединений находятся в жидком состоянии, и поэтому желательно, чтобы эти несколько соединений были смешиваемыми друг с другом. В некоторых вариантах осуществления камера 708 включает в себя две или три капиллярных трубки и, соответственно, включают в себя любые два или все три из этих нескольких соединений (отдельно в трубках) для «захвата» газом-носителем 116, подаваемым в камеру 708. В некоторых вариантах осуществления камера 708 включает в себя по меньшей мере один, а предпочтительно два или три регулирующих клапанов, каждый из которых выполнен с возможностью подачи соответствующих составляющих (то есть калибранта, верификационного вещества и/или вещества проверки чувствительности) нескольких соединений для «захвата» газом-носителем 116, подаваемым в камеру 708. В некоторых вариантах

осуществления камера 708 подразделяется на две или три секции для соответствующего содержания любых двух или трех составляющих нескольких соединений.

[00146] Следует понимать, что каждая составляющая нескольких соединений может иметь любой уровень или количество; однако желательно, чтобы присутствие нескольких соединений не убавляло число ионов друг друга или не убавляло какие-либо фоновые пики или пики, возникающие из какого-либо из составляющих соединений, которые в ином случае вводятся отдельно.

[00147] Фиг. 8 является блок-схемой последовательности операций, изображающей множество этапов способа 800 для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора в соответствии с вариантом осуществления настоящего патентного описания. В варианте осуществления способ 800 предполагает, что эти три операции, а именно калибровка, верификация и проверка чувствительности, выполняются с помощью трех соответствующих веществ, а именно калибранта, верификационного вещества и вещества проверки чувствительности. Однако в альтернативных вариантах осуществления способа 800 любые две операции могут выполняться с помощью любых двух соответствующих веществ для выполнения этой операции. Следует отметить, что калибрانت, используемый для калибровки, верификационное вещество, используемое для верификации, и вещество проверки чувствительности, используемое для проверки чувствительности, были описаны подробно с вариантами осуществления выше. Вариант осуществления, описанный в настоящем описании, отличается от предшествующих вариантов осуществления в том, что используется одна внутренняя камера для хранения различных веществ, которые используются для выполнения операций.

[00148] Обращаясь теперь к фиг. 8 наряду с фиг. 7, на этапе 805 смесь калибранта, по меньшей мере одного верификационного вещества и/или по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности хранится в камере 708. На этапе 810 газ-носитель 116 поступает в камеру 708 и «захватывает» смесь веществ (то есть, калибрانت, верификационное вещество и/или

вещество проверки чувствительности), открывается клапан и пары веществ вводятся или подаются в детектор 102. В различных вариантах осуществления смесь веществ может подаваться непрерывным потоком, с конкретными интервалами в течение цикла проведения замеров или по требованию. На этапе 815 система 100 детектирования на фиг. 7 запрограммирована искать и определять местоположение калибранта и выполнять необходимое совмещение времени пролета. После этого на опциональном этапе 820 выполняется поиск и определяется местоположение по меньшей мере одного верификационного вещества для подтверждения правильности калибровки этапа 810 или выполненной внешним образом калибровки. Наконец, на опциональном этапе 825 выполняется поиск и определяется местоположение вещества проверки чувствительности для проверки и обеспечения того, что детектор поддерживает достаточный уровень чувствительности и способности обнаружения в соответствии с предварительно определенными критериями.

[00149] Следует понимать, что способ 800 иллюстрирует порядок выполнения этих трех операций в зависимости от того, выполняются ли все три операции с помощью всех трех веществ (то есть, калибранта, верификационного вещества и вещества проверки чувствительности) или выполняются любые две операции с помощью любых двух веществ.

[00150] Иллюстративные варианты осуществления систем обнаружения для калибровки детектора, верификации калибровки детектора и проверки чувствительности детектора и способы работы таких систем не ограничиваются конкретными вариантами осуществления, описанными в настоящем описании, а скорее компоненты систем и/или этапы способов могут использоваться независимо и отдельно от других компонентов и/или этапов, описанных в настоящем описании. Например, способы также могут использоваться в сочетании с другими системами, требующими калибровки детектора, верификации калибровки детектора и проверки чувствительности детектора, и не ограничиваются реализацией на практике только с системами обнаружения веществ и способами, описанными в настоящем описании. Скорее иллюстративный вариант осуществления реализуется и используется

применительно ко многим другим приложениям обнаружения веществ, которые в настоящее время выполнены с возможностью определения присутствия представляющих интерес веществ.

[00151] Хотя конкретные признаки различных вариантов осуществления раскрытия могли быть показаны на некоторых чертежах, и не показаны на других, это сделано лишь для удобства. В соответствии с принципами раскрытия, любой признак на чертеже может упоминаться и/или использоваться в сочетании с любым признаком любого другого чертежа.

[00152] Некоторые варианты осуществления включают использование одного или нескольких электронных или вычислительных устройств. Такие устройства, как правило, включают в себя процессор или контроллер, такой как универсальный центральный процессор (CPU), графический процессор (GPU), микроконтроллер, процессор компьютера с сокращенной системой команд (RISC), специализированную интегральную схему (ASIC), программируемую логическую схему (PLC) и/или любую другую схему или процессор, способный выполнять функции, описанные в настоящем описании. Способы, описанные в настоящем описании, могут быть закодированы как исполнимые инструкции, воплощенные в машиночитаемой среде, в том числе, без ограничения, устройстве хранения и/или запоминающем устройстве. Такие инструкции при исполнении процессором вызывают выполнение процессором по меньшей мере части способов, описанных в настоящем описании. Приведенные выше примеры являются лишь иллюстративными и, таким образом, не предназначены для ограничения каким-либо образом определения и/или значения слова процессор.

[00153] Это письменное описание использует примеры для раскрытия изобретения, в том числе лучший вариант осуществления, а также позволяет любому специалисту в данной области техники применить на практике раскрытие, в том числе создать и использовать любые устройства или системы и выполнять любые включенные способы. Патентуемый объем раскрытия задается формулой изобретения и может включать в себя другие примеры, которые будут очевидны специалистам в данной области техники.

Предполагается, что такие другие примеры находятся в рамках объема формулы изобретения, если они имеют структурные элементы, которые не отличаются от буквального языка формулы изобретения, или если они включают в себя эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального языка формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ внутренней калибровки и верификации детектора, способ, содержащий этапы, на которых:

выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и

выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором.

2. Способ по п. 1, в котором калибровка содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

3. Способ по п. 2, в котором калибровка содержит этап, на котором корректируют время пролета этого по меньшей мере одного пика.

4. Способ по п. 3, дополнительно содержащий этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

5. Способ по п. 1, в котором верификация содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество;

автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества.

6. Способ по п. 5, в котором верификация дополнительно содержит этапы, на которых:

выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика; и

записывают скорректированное время пролета.

7. Способ по п. 5, в котором верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

8. Способ внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, способ, содержащий этапы, на которых:

выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором;

выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с детектором; и

выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

9. Способ по п. 8, в котором этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит этап, на котором подают предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

10. Способ по п. 8, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по

меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

11. Способ по п. 10, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

12. Способ по п. 10, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере одну интенсивность по меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

13. Способ по п. 8, в котором верификация содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество;

автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества.

14. Способ по п. 13, в котором верификация дополнительно содержит этапы, на которых:

выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика; и

записывают скорректированное время пролета.

15. Способ по п. 14, в котором верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным

спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

16. Способ по п. 8, в котором калибровка содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

17. Способ по п. 16, в котором калибровка дополнительно содержит этап, на котором корректируют время пролета по меньшей мере одного пика.

18. Способ по п. 17, дополнительно содержащий этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

19. Способ внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, способ, содержащий этапы, на которых:

выполняют калибровку детектора, при этом калибровка содержит этап, на котором подают по меньшей мере один калибрانت из по меньшей мере одной камеры калибранта, имеющей проточное сообщение с детектором; и

выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

20. Способ по п. 19, в котором калибровка содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере один калибрانت; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного калибранта, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

21. Способ по п. 20, в котором калибровка дополнительно содержит этап, на котором корректируют время пролета по меньшей

мере одного пика.

22. Способ по п. 21, дополнительно содержащий этап, на котором записывают скорректированное время пролета в откалиброванных единицах.

23. Способ по п. 19, в котором этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

24. Способ по п. 19, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

25. Способ по п. 24, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

26. Способ по п. 24, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере интенсивность по меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

27. Способ внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, способ, содержащий этапы, на которых:

выполняют калибровку детектора;

выполняют верификацию калибровки, при этом верификация содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно верификационное вещество из по меньшей мере одной камеры верификационного вещества, имеющей проточное сообщение с

детектором; и

выполняют проверку чувствительности детектора, при этом проверка чувствительности содержит этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности из по меньшей мере одной камеры вещества проверки чувствительности, имеющей проточное сообщение с детектором.

28. Способ по п. 27, в котором этап, на котором подают по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности, содержит этап, на котором подают предварительно определенное количество по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

29. Способ по п. 27, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного вещества проверки чувствительности, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик.

30. Способ по п. 29, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

31. Способ по п. 29, в котором этап, на котором выполняют проверку чувствительности, дополнительно содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере интенсивность по меньшей мере одного спектра подвижности с пороговой интенсивностью по меньшей мере одного предварительно определенного спектра подвижности по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности.

32. Способ по п. 27, в котором верификация содержит этапы, на которых:

ионизируют по меньшей мере одно верификационное вещество;

автоматически корректируют по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества по меньшей мере на часть

откалиброванной единицы в соответствии с калибровкой детектора, при этом по меньшей мере один спектр подвижности включает в себя по меньшей мере один пик; и

записывают по меньшей мере один спектр подвижности по меньшей мере одного ионизированного верификационного вещества.

33. Способ по п. 32, в котором верификация дополнительно содержит этапы, на которых:

выполняют верификацию скорректированного времени пролета этого по меньшей мере одного пика; и

записывают скорректированное время пролета.

34. Способ по п. 33, в котором верификация скорректированного времени пролета содержит этап, на котором сравнивают по меньшей мере один скорректированный спектр подвижности с по меньшей мере одним предварительно определенным спектром подвижности по меньшей мере одного верификационного вещества.

35. Система для внутренней калибровки и верификации детектора, система, содержащая:

по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора;

по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и

по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере

одного детектора.

36. Система для внутренней калибровки, верификации и проверки чувствительности детектора, система, содержащая:

по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора;

по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибрانت и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора;

по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и

по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

37. Система для внутренней калибровки и проверки чувствительности детектора, система, содержащая:

по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора;

по меньшей мере одну камеру калибранта, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера калибранта включает в себя по меньшей мере один калибронт и по меньшей мере один клапан регулировки калибранта, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного калибранта в по меньшей мере одно входное отверстие детектора; и

по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

38. Система для внешней калибровки, внутренней верификации и внутренней проверки чувствительности детектора, система, содержащая:

по меньшей мере один детектор, включающий в себя по меньшей мере одно входное отверстие детектора;

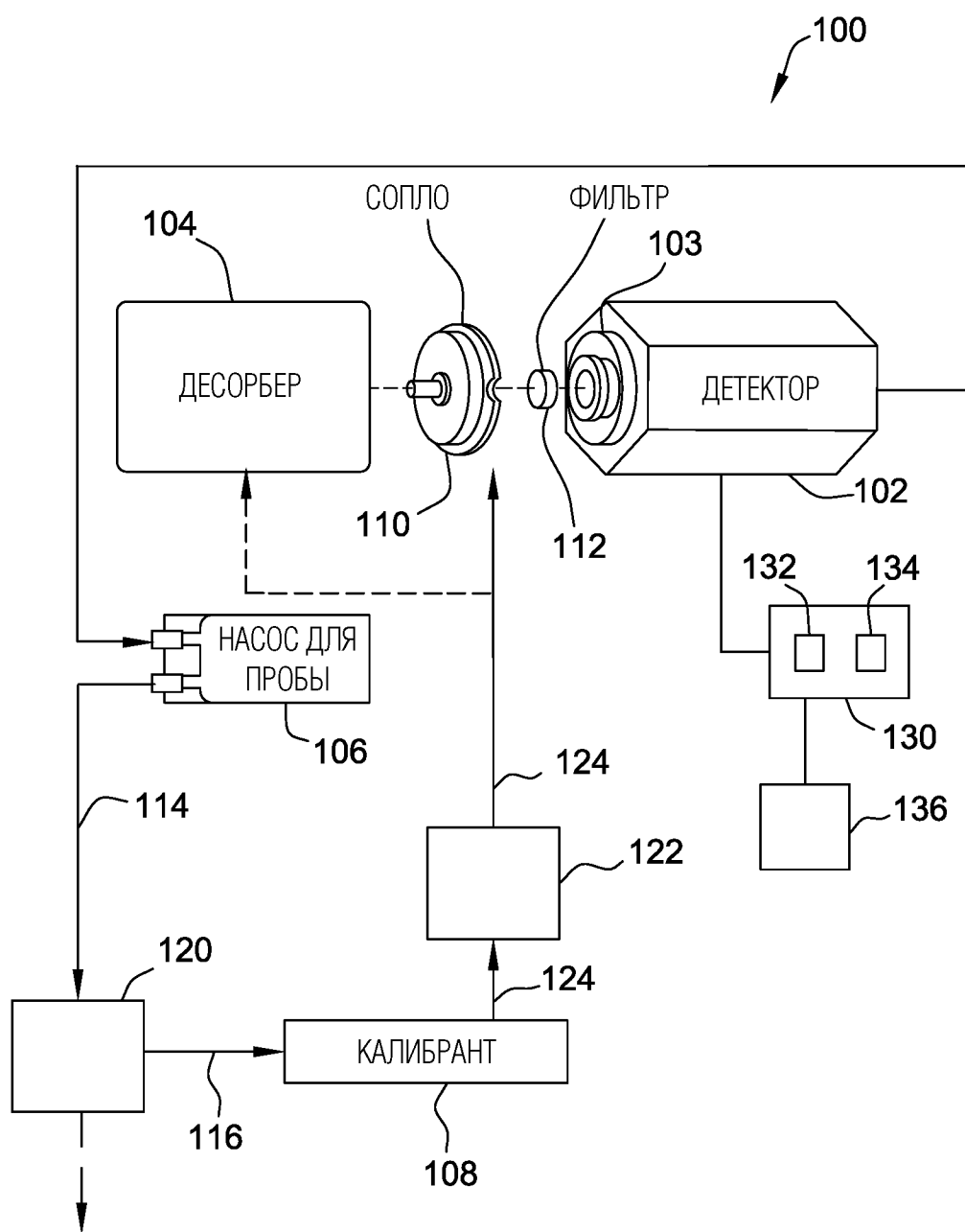
по меньшей мере один калибровочный компонент, выполненный с возможностью калибровки по меньшей мере одного детектора;

по меньшей мере одну камеру верификационного вещества, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера верификационного вещества включает в себя по меньшей мере одно верификационное вещество и по меньшей мере один клапан регулировки верификационного вещества, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного верификационного вещества в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и верификации калибровки по меньшей мере одного детектора; и

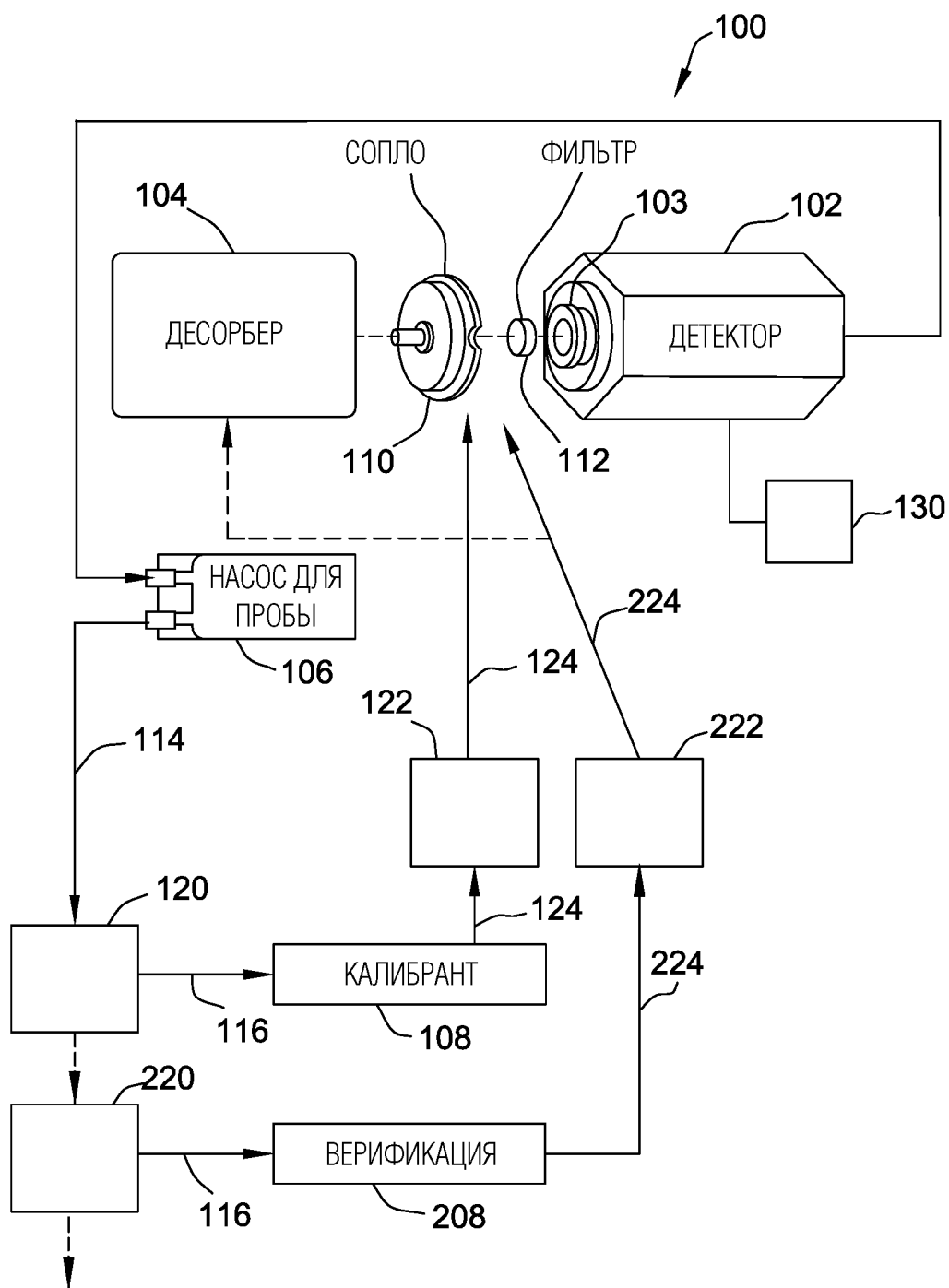
по меньшей мере одну камеру вещества проверки чувствительности, имеющую проточное сообщение с по меньшей мере

одним входным отверстием детектора, по меньшей мере одна камера вещества проверки чувствительности включает в себя по меньшей мере одно вещество проверки чувствительности и по меньшей мере один клапан регулировки вещества проверки чувствительности, выполненный с возможностью подачи некоторого количества по меньшей мере одного вещества проверки чувствительности в по меньшей мере одно входное отверстие детектора и анализа чувствительности по меньшей мере одного детектора.

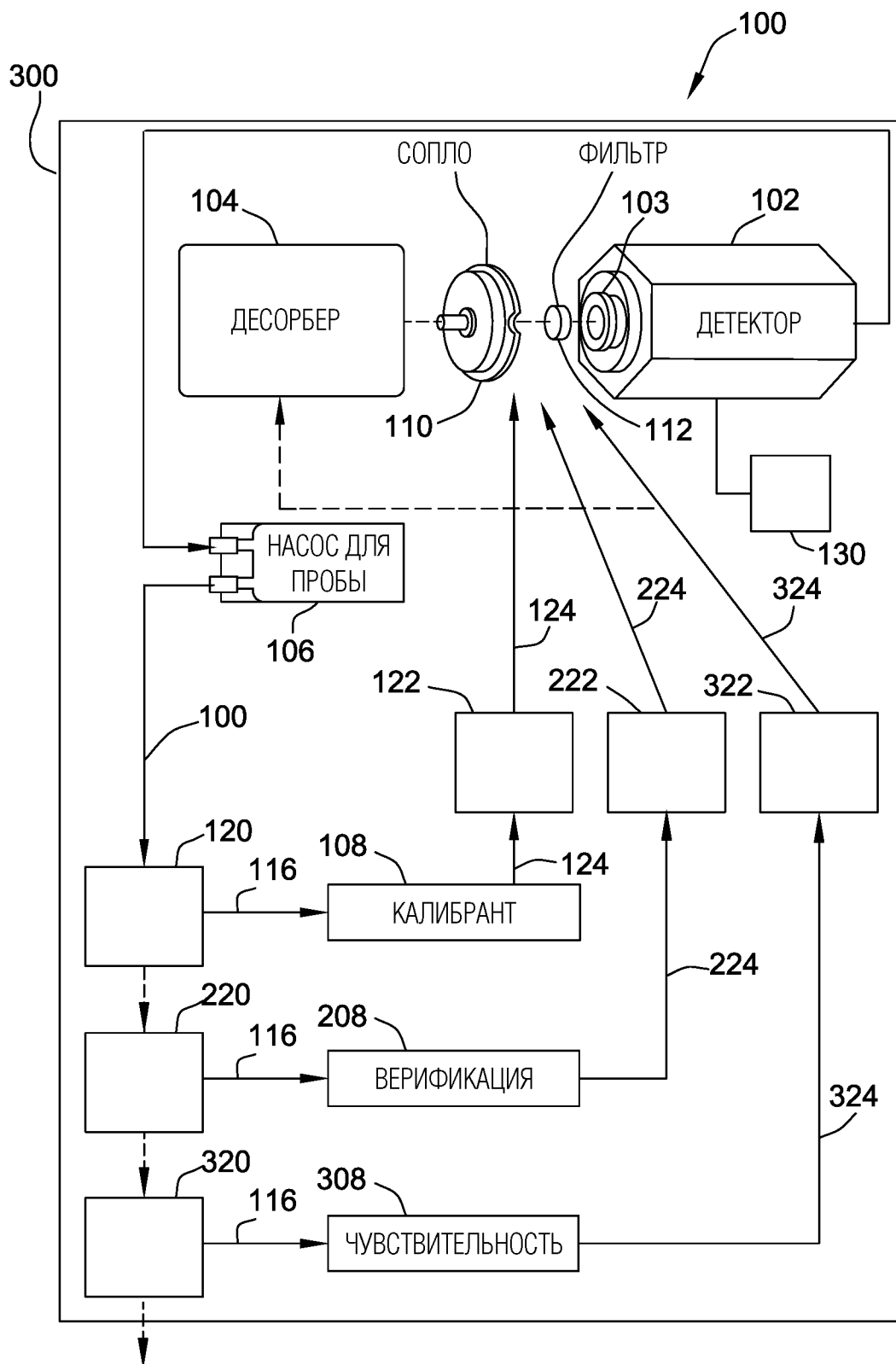
По доверенности



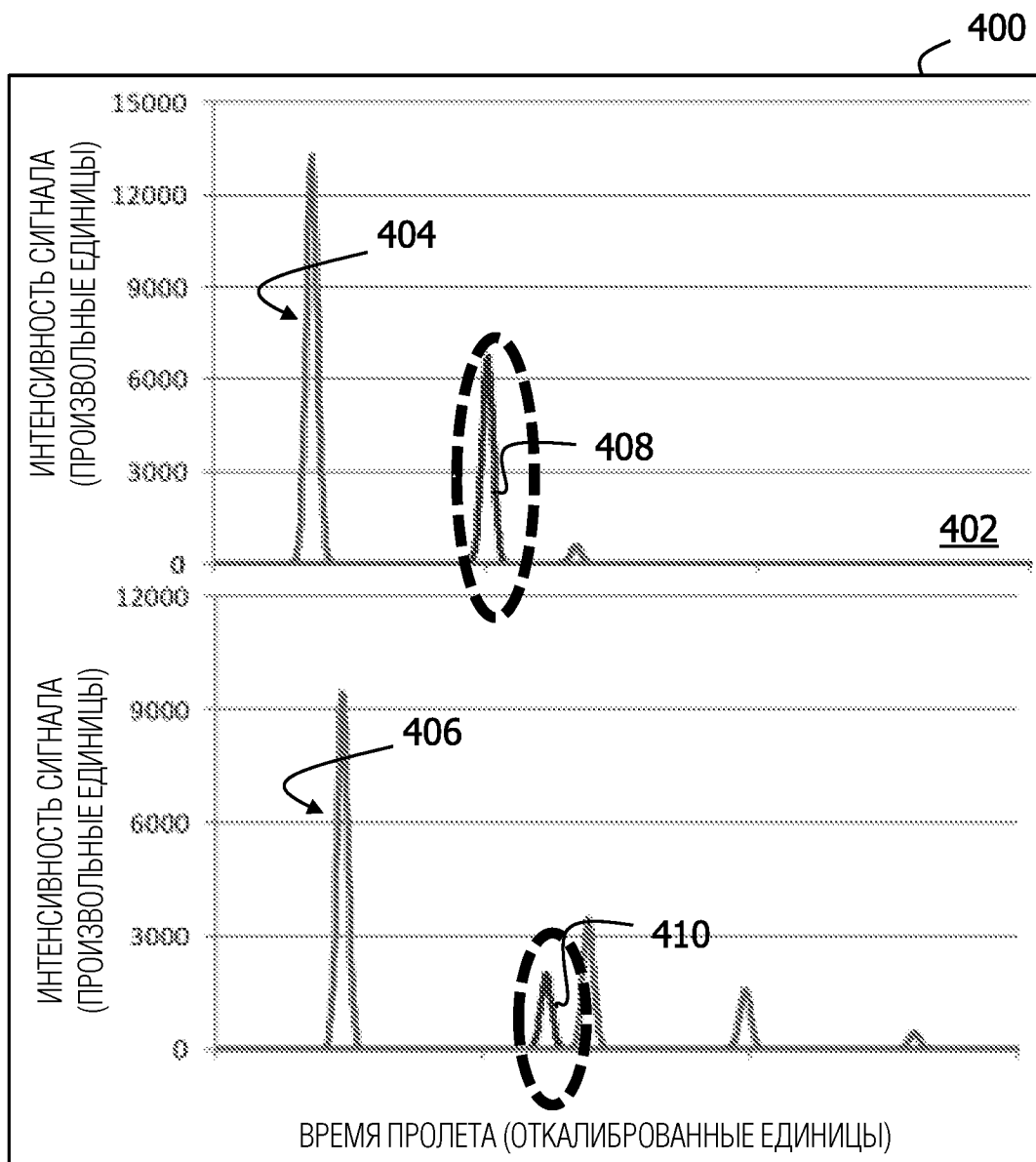
ФИГ. 1



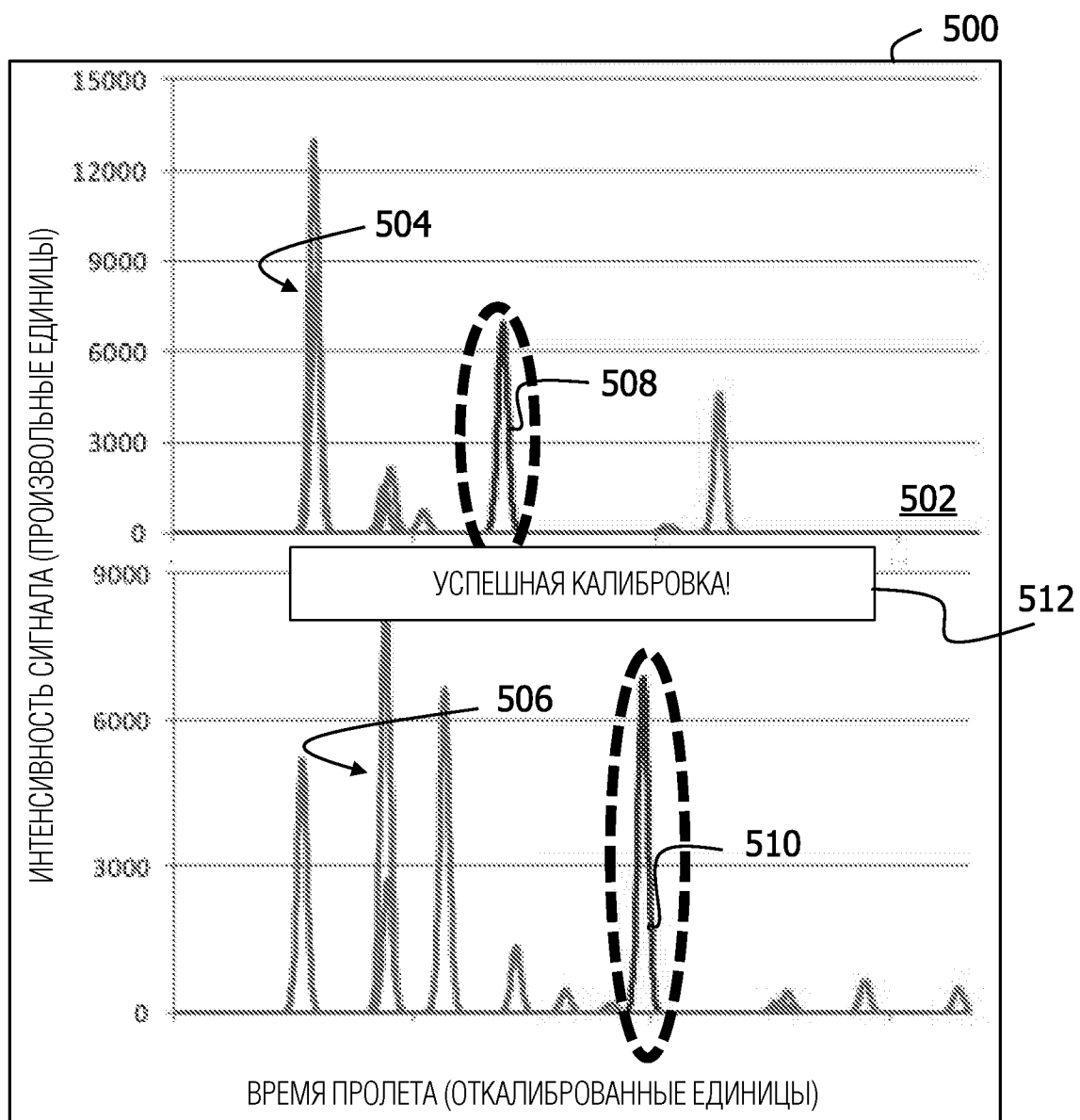
ФИГ. 2



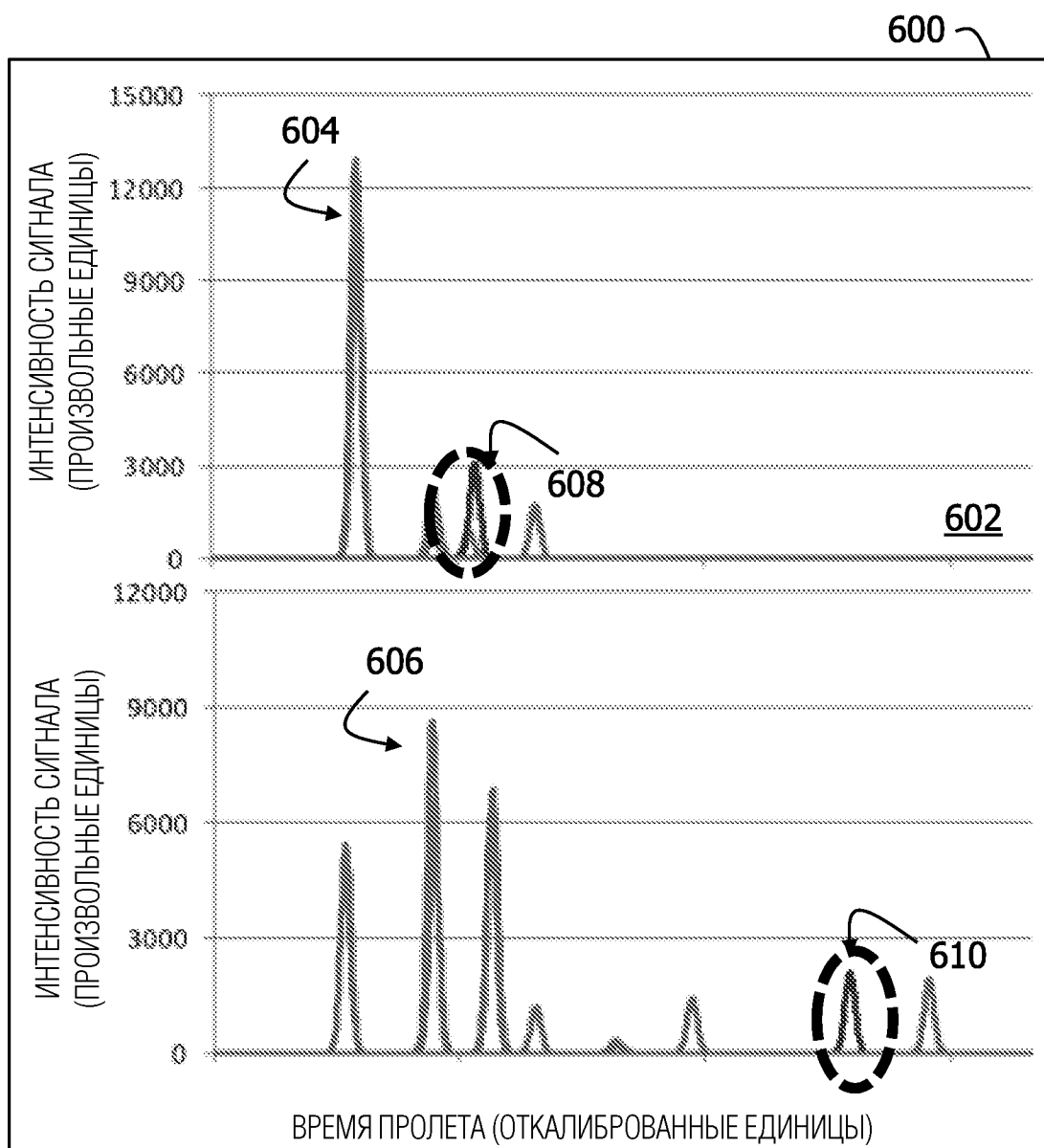
ФИГ. 3



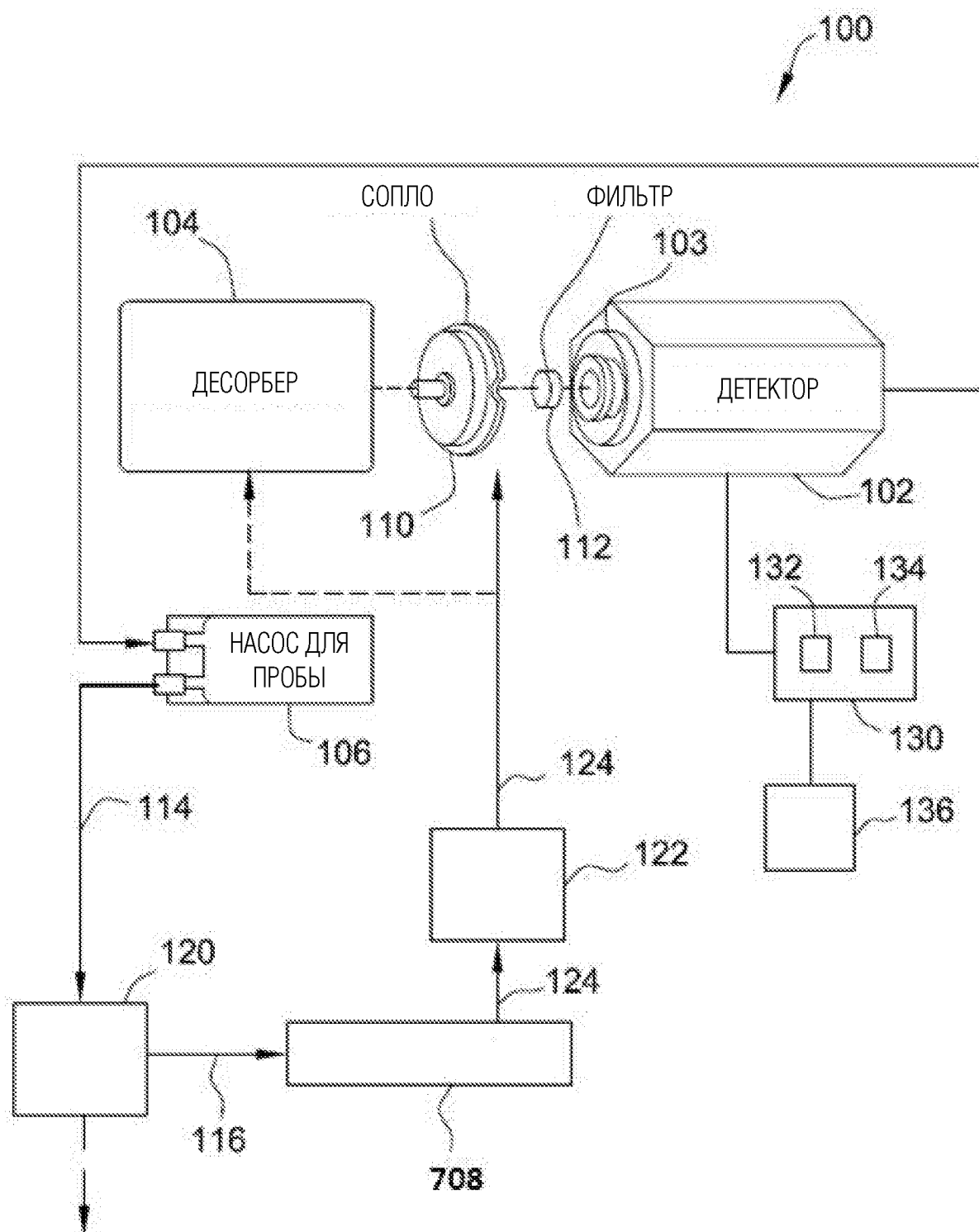
ФИГ. 4



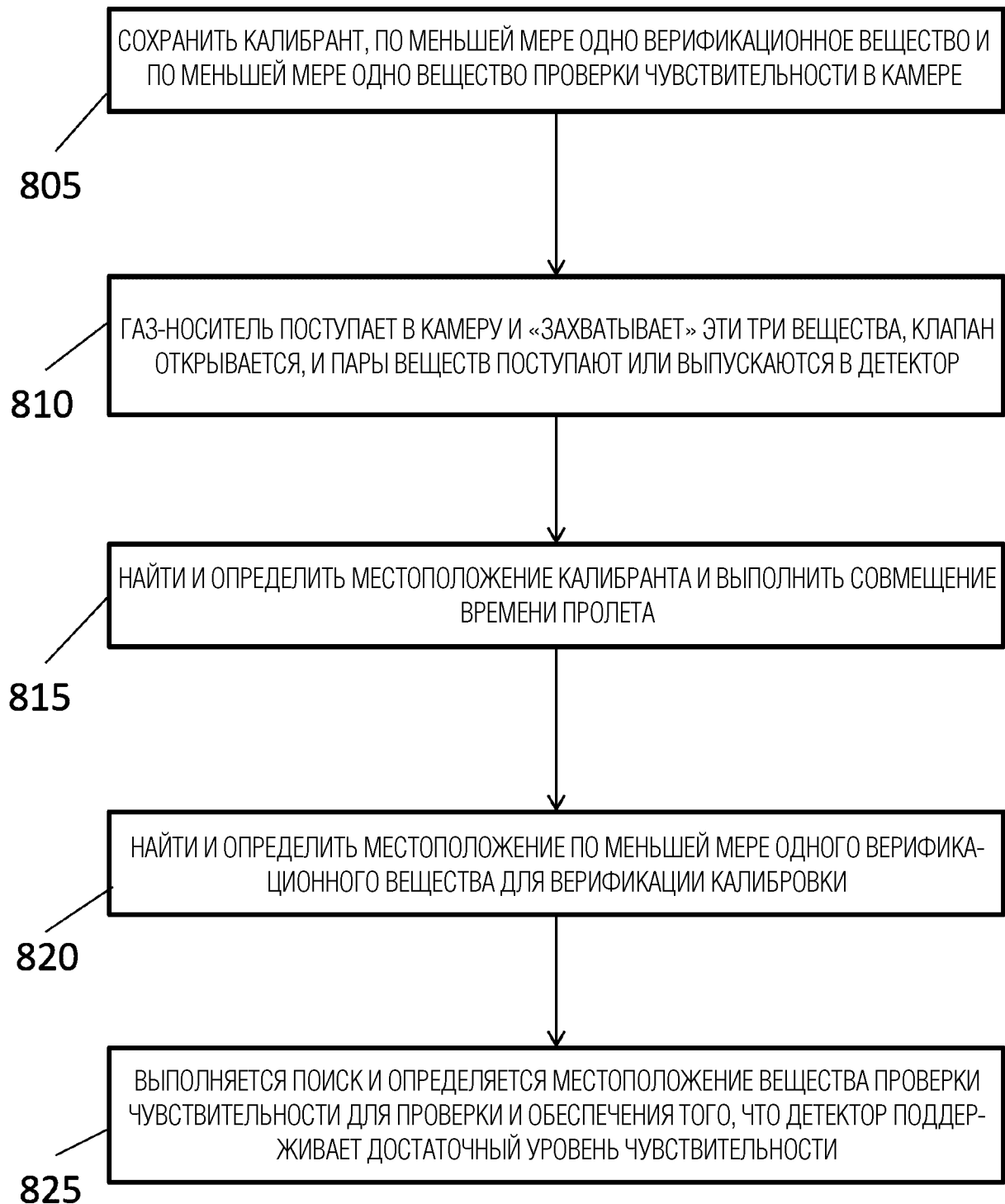
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8