



(51) МПК

- [G01S 17/00 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 07.12.2016)

Пошлина: учтена за 5 год с 02.02.2017 по 01.02.2018

(21)(22) Заявка: [2013104145/28](#), 01.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**01.02.2013**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **01.02.2013**

(45) Опубликовано: [27.06.2014](#) Бюл. № [18](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU **2353954 C1**, 27.04.2009. UA **84956 C2**, 10.12.2008. CN **102798605 A**, 28.11.2012. US **2010250185 A1**, 30.09.2010. RU **3041 U1**, 16.10.1996. RU **2344962 C1**, 27.01.2009

Адрес для переписки:

**115551, Москва, Шипиловский пр-д, 45, к. 1, кв. 117,  
Христофорову О.Б.**

(72) Автор(ы):

**Авандеева Ольга  
Петровна (RU),  
Баренбойм Григорий  
Матвеевич (RU),  
Борисов Владимир  
Михайлович (RU),  
Данилов-Данильян  
Виктор Иванович (RU),  
Савека Александр  
Юрьевич (RU),  
Христофоров Олег  
Борисович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Авандеева Ольга  
Петровна (RU),  
Баренбойм Григорий  
Матвеевич (RU),  
Борисов Владимир  
Михайлович (RU),  
Данилов-Данильян  
Виктор Иванович (RU),  
Савека Александр  
Юрьевич (RU),  
Христофоров Олег  
Борисович (RU)**

(54) **ПОГРУЖНОЙ КОМПЛЕКС ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ  
ОБЪЕКТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике экологического контроля, в частности, к автоматизированным средствам измерения показателей качества водных объектов, преимущественно подверженных риску нефтегенных загрязнений, и может использоваться в составе систем экологического мониторинга природных сред. Техническим результатом изобретения является обеспечение автоматизированного получения и обработки широкого набора данных о параметрах поверхностных вод с последующим прогнозом изменения их состояния, с высокой надежностью распознавание и идентификация различных загрязнений, оповещение персонала контролируемых водных

объектов о превышении допустимых уровней загрязнений и выдача информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков. Указанный результат достигается тем, что погружной комплекс мониторинга водных объектов содержит находящийся в погружном, в частности в подледном положении, измерительный буй с набором контактирующих с водой датчиков, измеряющих физико-химические и гидрологические параметры воды, размещенные внутри герметичного буя компактный флуоресцентный лидар, программируемый контроллер с системами сбора, предварительной обработки и передачи данных, генерируемых контактирующими с водой датчиками и лидаром, на удаленные интерфейсы информационной системы, при этом буй имеет прозрачное для зондирующего и обратного излучения оптическое окно, снабженное чистящей щеткой и экраном, сводящим к минимуму внешнюю засветку. 13 з.п. ф-лы, 2 ил.



## ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к технике экологического контроля, в частности к автоматизированным средствам измерения показателей качества водных объектов, и может использоваться в составе систем экологического мониторинга природных сред.

## ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Одной из наиболее острых проблем современной экологии в ее аспектах, связанных с состоянием окружающей среды, является загрязнение водных экосистем нефтью и продуктами ее переработки (бензин, керосин, мазут и др.), которые, попадая в водоемы, подавляют жизнедеятельность флоры и фауны. Растворяющиеся в воде фракции нефти являются остро токсичными для подавляющего большинства гидробионтов, а образующаяся на воде нефтяная пленка препятствует прониканию кислорода в толщу воды, нарушая дыхание водных организмов. Наиболее опасными следует считать крупномасштабные аварийные разливы нефти, которые способны оказывать долгосрочное и губительное воздействие на окружающую среду, включая биоту, а иногда и на население. Так, авария на нефтегазодобывающей платформе Deep water Horizon в Мексиканском заливе, ставшая крупнейшей в истории США, привела к попаданию 760000 т нефти в окружающую среду. Общая сумма затрат на ликвидацию аварии и выплаты пострадавшим составила около \$40 млрд. Последствия разлива трудно оценимы и сказываются до сих пор. Аварийные разливы могут представлять опасность в первые часы и дни после разлива, а могут, в силу характера распространения нефтяного пятна, климатических особенностей, химического состава нефти и других факторов, которые в каждом конкретном случае являются уникальными, представлять опасность в течение многих лет.

Все это определяет актуальность проблемы ликвидации разливов нефти, которая вплотную связана с задачей создания надежной системы раннего обнаружения и мониторинга аварийного разлива нефти, что может позволить минимизировать выброс нефти в окружающую среду на начальной стадии аварийной ситуации. Мониторинг также необходим и на стадии ликвидации разливов для локализации разлива, его блокирования, управления самим процессом ликвидации и для контроля качества очистки как воды, так, в частности, льда и снега от нефтяного загрязнения.

К настоящему времени для диагностики верхних слоев водных объектов применяют лидары, размещаемые на самолетах, кораблях или стационарно.

Флуоресцентные лидары самолетного и судового базирования, разработанные эстонской компанией Laser Diagnostic Instruments AS (LDI), позволяют достаточно быстро и эффективно определять загрязнения, в частности, нефтегенные на больших площадях водной поверхности, S.Babichenko, Laser Remote Sensing of the European Marine Environment: LIF technology and Applications. In "Remote Sensing of the European Seas", Vittorio Barale and Martin Gade (Editors), Springer, 2008, 189-204. В качестве лазерного излучателя в лидаре используется эксимерный лазер, генерирующий УФ излучение с длиной волны 308 нм. Использование высокой мощности эксимерного лазера позволяет производить зондирование поверхности воды с дистанции ~500 метров.

Создание высокопроизводительного комплекса мониторинга реализовано с использованием самолета, на борту которого собраны устройства, позволяющие

обнаруживать и максимально подробно исследовать нефтяные загрязнения, N.Robbe, T.Hengsternann, D.Mach, Oil Spill Remote Sensing from Airborne Maritime Surveillance Platforms. EARSeL Conference "Remote Sensing of the Coastal Zone: from Inland to Marine Waters", 2012. Комплекс авиационного базирования включает радар бокового обзора SLAR, флуоресцентный панорамный лидар IALFS, UV/IR сканеры, сканер видимого диапазона, СВЧ-радиометр для получения изображения на частотах 18.7, 36.5 и 89 МГц, ИК систему лазерного видения FLIR, систему сбора и обработки информации MEDUSA.

Однако содержание самолета с комплексом мониторинга в режиме ожидания аварийной ситуации, видимо, довольно дорого.

Этого недостатка лишены стационарные посты дистанционного мониторинга, использующие для регистрации нефтяных загрязнений отражение видимого или ИК излучения от водной поверхности, Анучин Е.Н., Зурабян А.З., Грачев И.А., Попов А.П. «Оптический регистратор нефтяных пленок на взволнованной водной поверхности». «Оптический журнал». Том 72, 20005 г., №3, с.11-13. Более информативна регистрация УФ индуцированной флуоресценции приповерхностного слоя вод, LDI Remote Oil Watcher (ROW) - Детектор Нефтепродуктов, . В обоих случаях в качестве источников излучения дистанционных флуоресцентных детекторов нефтепродуктов используются импульсные светодиоды УФ, видимого или ИК диапазонов. Дистанционные флуоресцентные детекторы нефтяных загрязнений относительно дешевы, характеризуются компактностью и низкой стоимостью эксплуатации. Однако расстояние зондирования не превышает 10 м, что может ограничивать возможности их применения на больших акваториях.

Тем не менее, стационарное базирование позволяет проводить дистанционный экологический мониторинг на больших акваториях при использовании в качестве носителей плавучих платформ, патентная заявка РФ №2012110488 « Комплекс экологического мониторинга водных объектов ». Для многопараметрического определения характеристик вод помимо дистанционного детектора загрязнений, в частности, компактного многоволнового лидара, находящегося в непосредственной близости от водной поверхности, комплекс экологического мониторинга включает в себя находящийся в плавающем или погружном состоянии модуль с набором контактирующих с водой датчиков. Комплекс экологического мониторинга позволяет автоматически получать и обрабатывать широкий набор данных о качестве поверхностных вод. Однако плавучие платформы с лидаром не предназначены для использования в ледовых условиях.

Недостатков, связанных с применением лидаров в ледовых условиях, лишен разработанный EIC Laboratories, США, погружной флуоресцентный лидар для обнаружения тяжелой нефти на морском дне и в толще воды, известный из патента US 7728291. Подводный флуоресцентный лидар использует для зондирования поляризованное лазерное излучение. Регистрация обратного излучения производится для двух различных поляризаций, что позволяет избирательно, по сравнению с другими флуоресцирующими веществами, обнаруживать тяжелые нефтяные фракции, индуцированное флуоресцентное излучение которых благодаря высокой вязкости также поляризовано. Детектор содержит излучатель, приемное устройство и контроллер с системами сбора, предварительной обработки и беспроводной передачи данных на удаленные интерфейсы, размещенные в герметичном корпусе, снабженном расположенным на нижней поверхности корпуса окном, прозрачным для зондирующего и обратного излучений. Устройство, которое может располагаться на подводных дистанционно управляемых платформах, и метод регистрации предназначены для обнаружения и мониторинга разлива или утечки тяжелых нефтей с удельным весом,

превышающим удельный вес воды, в том числе, в регионах с ледовым покровом. В качестве недостатка применения указанных устройства и метода можно отметить ограниченное количество определяемых характеристик вод и загрязнений.

## РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является оперативное с высокой надежностью распознавание и идентификация различных загрязнений в местах установки комплекса : на водоемах, водозаборах, очистных станциях, внутренних водных путях, портах и нефтяных терминалах в зонах морского нефтегазового промысла, в том числе, в ледовых условиях и в арктической зоне; оперативное предоставление информации о превышении допустимых норм загрязнений для принятия управленческих решений.

Поставленная задача решается за счет того, что погружной комплекс экологического мониторинга водных объектов , преимущественно подверженных риску нефтегенных загрязнений, содержит находящийся в погружном , в частности, в подледном положении измерительный буй с набором контактирующих с водой датчиков, размещенные внутри герметичного буя компактный флуоресцентный лидар, программируемый контроллер с системами сбора, предварительной обработки и передачи данных, генерируемых контактирующими с водой датчиками и лидаром, на удаленные интерфейсы информационной системы, при этом буй имеет прозрачное для зондирующего и обратного излучения оптическое окно, снабженное чистящей щеткой и экраном, сводящим к минимуму внешнюю засветку.

Предпочтительно, что комплекс мониторинга (КМ) содержит датчик регистрации нефтегенных углеводородов.

Предпочтительно, что комплекс мониторинга содержит датчик, измеряющий радиоактивность, характеризующую, в частности, содержание в воде радионуклидов нефтегенного происхождения.

Предпочтительно, что комплекс мониторинга содержит контактирующий с водой датчик, измеряющий электропроводность, изменение которой характеризует, в частности, разлив нефти и пластовых вод с содержащимися в них металлами нефтегенного происхождения.

Предпочтительно, что комплекс мониторинга содержит датчики, измеряющие данные о глубине погружения, скорости и направлении водных течений, необходимые при построении прогностических моделей переноса загрязнений.

Предпочтительно, что комплекс мониторинга содержит датчики, измеряющие показатели состояния вод, такие, как температура, содержание кислорода, кислотность, влияющие на физико-химическую трансформацию нефтегенных углеводородов.

В варианте изобретения комплекс мониторинга содержит устройство, обеспечивающее инвариантность расстояния между окном буя и поверхностью льда.

В варианте изобретения комплекс мониторинга характеризуется тем, что герметичный буй заполнен газом, отличным от воздуха.

Комплекс мониторинга может содержать кабель трос, обеспечивающий электропитание комплекса и передачу данных.

В варианте изобретения комплекс мониторинга крепится ко дну.

В другом варианте изобретения комплекс мониторинга размещен на беспилотной дистанционно-пилотируемой подводной платформе.

Предпочтительно, что в комплексе мониторинга автоматизированная информационная система оснащена функциями сбора, обработки, анализа и хранения данных, генерируемых комплексом или системой комплексов мониторинга, функциями определения превышения установленных порогов загрязнения и сигнализации о них, построения прогнозных моделей распространения загрязнения, оценки его токсичности, и предоставления в чрезвычайной ситуации информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков при использовании предлагаемого устройства, является надежный непрерывный контроль качества вод комплексом различных средств регистрации гидрологических и физико-химических параметров качества воды, обнаружение и распознавание различных типов загрязнений водной среды в районе размещения комплекса мониторинга, оповещение персонала контролируемых водных объектов о превышении допустимых уровней загрязнений и выдача информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков.

Указанный результат достигается, в том числе, за счет следующих факторов:

- количественное измерение широкого набора физико-химических и гидрологических параметров воды набором датчиков и лидаром, в том числе в сложных ледовых условиях,
- надежность комплексного обнаружения и измерения нефтегенных загрязнений флуоресцентным лидаром и частью набора контактных датчиков, в том числе, измеряющих содержание в воде нефтегенных углеводородов, радионуклидов, характерных для нефти, и электропроводность, изменение которой характеризует, в частности, разлив нефти и пластовых вод с содержащимися в них металлами,
- дистанционное определение флуоресцентным лидаром «невидимых» для погружных датчиков поверхностных разливов нефтепродуктов и возможность определения их типа,
- обеспечение при малой мощности излучателя предельной чувствительности лидара к изменяющимся характеристикам водной среды, поскольку лазерный излучатель и система регистрации обратного излучения (ОИ) расположены предельно близко к зондируемой водной среде и снабжены экраном, сводящим к минимуму внешнюю засветку,
- обеспечение с помощью автоматизированной информационной системы прогнозирования распространения и эволюции загрязнений на основе широкого набора измеряемых параметров, оповещение персонала контролируемых объектов для принятия им оперативных решений, высокоэффективный мониторинг загрязнения на стадии его ликвидации и контроль качества очистки воды

Вышеупомянутые и другие объекты, аспекты, особенности и преимущества изобретения станут более очевидными из последующего описания и формулы изобретения.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Техническая сущность и принцип действия предложенного погружного комплекса мониторинга водных объектов поясняются чертежами, на которых:

Фиг.1 показывает схематичное изображение КМ в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения,

Фиг.2 представляет результаты лидарных измерений спектров лазерно-индуцированной флуоресценции, взятой из-под тонкой пленки нефти воды с различными концентрациями растворенной фракции нефти.

## ВАРИАНТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Данное описание служит для иллюстрации осуществления изобретения и ни в коей мере объема настоящего изобретения.

В соответствии с примером осуществления изобретения (Фиг.1) погружной комплекс экологического мониторинга водных объектов содержит находящийся в погружном, в частности, в подледном положении измерительный буй 1 с набором контактирующих с водой датчиков 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, измеряющих физико-химические и гидрологические параметры воды. Внутри герметичного буя 1 размещены компактный флуоресцентный лидар 3, программируемый контроллер 4 с системами 5, 6, 7 сбора, предварительной обработки и передачи, в частности, беспроводной передачи данных, генерируемых контактирующими с водой датчиками 2a, 2b, 2c, 2d, 2e лидаром 3 и определителем 8 текущего местоположения на удаленные интерфейсы 9 информационной системы. Система передачи данных выполнена, например, в виде модема 6 с антенной 7. Питание комплекса предпочтительно осуществляется от аккумуляторов 10. При этом буй 1 имеет прозрачное для зондирующего и обратного излучения оптическое окно 11, снабженное чистящей щеткой 12 и экраном 13, сводящим к минимуму внешнюю засветку. Предпочтительно, что буй снаружи снабжен поясом плавучести 14, рамой 15, тросом 16 для крепления ко дну и устройством 17, обеспечивающим инвариантность расстояния между окном буя и нижней поверхностью 18 льда.

Выполненный в предложенном виде комплекс мониторинга работает следующим образом. Пояс плавучести 13 и трос 16 для крепления ко дну обеспечивают размещение комплекса в подводном положении, в частности, под нижней поверхностью 18 льда в месте проведения мониторинга. Рама 15 осуществляет несущую и защитную функции. В автономном режиме электропитание КМ осуществляется от аккумуляторов 10. Управление работой комплекса осуществляется с помощью программируемого контроллера 4.

Компактный флуоресцентный лидар 3 периодически зондирует воду через установленное на верхней части буя 1 оптическое окно 11, прозрачное для зондирующего и обратного излучения. В варианте изобретения зондирование производится пучком излучения, направленным по вертикали вверх. В качестве излучателя, генерирующего импульсное излучение, предпочтительно УФ диапазона, может использоваться компактный твердотельный лазер, лазерный диод, светодиод, или импульсная, в частности, ксеноновая лампа с оптическим УФ фильтром. Вышедший в воду направленный пучок УФ излучения вызывает обратное излучение (ОИ), во-первых, на длине волны зондирующего УФ излучения - обратное рассеяние, во-вторых, в стоксовой, более длинноволновой, области спектра. Спектр ОИ в стоксовой области определяется флуоресценцией растворенных, взвешенных органических примесей и пленок, в частности, нефтегенных в зондируемой толще воды и на поверхности, и комбинационным рассеянием (КР) воды. Спектр КР воды

представляет узкую линию, жестко смещенную в стоксовую область от длины волны зондирования на 3440 обр.см. Флуоресцентное излучение проявляется в спектральном диапазоне от длины волны зондирующего УФ излучения до 700 нм. Детализация измеряемого лидаром спектрального сигнала определяется количеством приемных каналов системы регистрации ОИ лидара 3. По меньшей мере, ОИ регистрируется в спектральном диапазоне флуоресценции органических веществ, в частности, нефти и на длине волны комбинационного рассеяния (КР) воды. В зависимости от типа системы регистрации ОИ количество приемных каналов лидара может быть от двух до нескольких сотен. Для большей точности измерений непосредственно перед зондированием или сразу после него производится измерение сигнала фонового излучения, которое вычитается из сигнала обратного излучения, вызванного зондирующим импульсом. С помощью управляемой контроллером 4 системы сбора и обработки данных лидара 3, производится нормировка спектра ОИ реперным сигналом, в качестве которого может быть использован сигнал КР воды, зависящий только от прозрачности воды на длине волны УФ излучения лазера и энергии источника излучения. Нормированный спектр ОИ воды не зависит от колебаний лидара, вызванных волнением моря, загрязненности окна 11, и флуктуации мощности зондирующего излучения. Применение экрана 13 сводит к минимуму фоновую засветку приемного канала лидара 3, увеличивает отношение сигнал/ шум, повышает точность измерений и позволяет уменьшить габариты лидара 3. Все это обеспечивает избирательную регистрацию загрязнений, например, эмульгированной нефти или ее растворенной фракции по спектру флуоресценции. Для предотвращения загрязнения и биообрастания окна 10 для его конструктивных элементов используют специальные материалы, в частности, для металлических деталей - медь, а также покрытие наружной поверхности окна, предотвращающее его от загрязнения и осаждения масляных и нефтяных пленок, и щетку стеклоочистителя 12. В процессе работы окно лидара находится под поверхностью воды или льда, что обеспечивается тросом 16, а в ледовых условиях также устройством 17, которое может быть совмещено с рамой 15, обеспечивающим инвариантность расстояния между окном буя и поверхностью 18 льда. В результате даже при зондировании нефтяной пленки не происходит сильного загрязнения и замазучивания окна 11. Заполнение герметичного буя газом, отличным от воздуха, например, сухим азотом позволяет избежать запотевания окна 11. Все это обеспечивает долгосрочную стабильную работу подводного лидара и КМ в целом, практически не требующую обслуживания.

Одновременно с помощью программируемого контроллера 4 с системой 5 сбора и предварительной обработки данных регистрируются показания набора контактирующих с водой датчиков 2а, 2б, 2с, 2д, 2е, которые измеряют физико-химические и гидрологические параметры воды.

В применении к водным объектам, подверженным к риску преимущественно нефтегенных загрязнений, датчики 2а регистрируют наличие нефтегенных углеводородов в составе нефти, или в составе природных выделений внефтяного происхождения, или в составе нефтепродуктов. Предпочтительно, что один из датчиков 2а работает на принципе УФ флуориметрии, а другой - на принципе ИК рассеяния. Измерения проводятся на достаточном удалении от поверхности воды, что позволяет предохранить датчики от замазучивания в случае разлива нефти. Датчик 2б, измеряющий радиоактивность, регистрирует радиоактивность нефти, пластовых вод и других источников радиоактивности. Датчик 2с кондуктометрический измеряет электропроводность, изменение которой характеризует, в частности, разлив нефти и пластовых вод содержащимися в них металлами, ионы которых увеличивают проводимость, причем у пластовых вод соленость и минерализация намного выше, чем те же показатели для моря. Таким образом, одновременное изменение показаний всех трех датчиков над фоновыми

свидетельствует именно о наличии нефти, а не, в частности, продуктов ее переработки: бензина, мазута, солянки и т.д.

Датчики 5d измеряют глубину погружения, скорость и направление водных течений, необходимые при построении прогностических моделей переноса загрязнений. Датчики 5e измеряют показатели состояния вод, такие, как температура, содержание кислорода, кислотность, влияющие на физико-химическую трансформацию нефтегенных углеводородов. Таким образом, датчики 5d, 5e измеряют данные, необходимые при построении прогностических моделей переноса загрязнений и трансформации нефтегенных загрязнений.

В режиме, близком к режиму реального времени, система передачи данных, например, в виде модема 6 с антенной 7, передает данные, генерируемые лидаром 3, датчиками 2a, 2b, 2c, 2d, 2e и определителем 8 текущего местоположения на удаленный интерфейс 9 автоматизированной информационной системы.

Автоматизированная информационная система осуществляет сбор, обработку, анализ и хранение передаваемых комплексом мониторинга данных о состоянии вод контролируемого водного объекта, определяет превышение установленных порогов загрязнения и сигнализирует о них, строит прогнозную модель распространения загрязнения, производит оценку его токсичности и, в целом, предоставляет информацию для принятия управленческих решений в соответствии с экологической обстановкой. При наличии нескольких идентичных комплексов мониторинга (КМ) единая информационная система строит карту параметров состояния вод практически в режиме реального времени и в случае возникновения чрезвычайной ситуации предоставляет информацию, необходимую для принятия эффективных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков.

Все это обеспечивает надежный непрерывный контроль качества вод комплексом контактных и дистанционных средств регистрации гидрологических и физико-химических параметров качества воды, раннее обнаружение и распознавание различных типов загрязнений водной среды в районе размещения комплекса мониторинга. Изобретение также обеспечивает оповещение персонала контролируемых объектов для принятия им оперативных решений, обеспечивает высокоэффективный мониторинг загрязнения на стадии его ликвидации и контроль качества очистки воды.

Устройство 17, обеспечивающее инвариантность расстояния между окном 11 буя 1 и поверхностью 18 льда, которое выбирается оптимальным, позволяет надежно регистрировать с помощью лидара 3, как загрязнение в приповерхностной толще вод, так и поверхностную пленку нефти или нефтепродуктов.

В варианте изобретения оптическая система приемного канала лидара может быть выполнена таким образом, что ее поле зрения исключает ближнюю зону, прилегающую к окну 11, и сосредоточено вблизи поверхности, что обеспечивает уверенную регистрацию нефтяной пленки на поверхности воды.

В вариантах изобретения КМ снабжен кабель-тросом 19, по которому от берегового или морского (в виде нефтяной платформы) источника энергоснабжения осуществляется электропитание КМ и может производиться передача данных, что в некоторых случаях упрощает обслуживание КМ.

В варианте изобретения, в котором комплекс мониторинга входит в систему нескольких идентичных комплексов мониторинга, распределенных по водному объекту, обеспечивается достаточная полнота информации о его состоянии, реализуется возможность построения карты загрязнений или параметров состояния вод.

При этом размещение КМ на беспилотной дистанционно-пилотируемой подводной платформе позволяет минимизировать количество КМ, обеспечивающих достаточную полноту информации о состоянии водного объекта.

Для подтверждения возможности регистрации подводным лидаром не только пленки нефти, но и низкоконцентрированной растворимой фракции нефти в слое воды под нефтяной пленкой был проведен моделирующий эксперимент с использованием флуоресцентного лидара с зондирующим излучением на 308 нм. В модельных экспериментах зондирование воды водонефтяных смесей осуществлялось из воздуха вертикально вниз. Для приготовления водонефтяных смесей из-под отстоявшегося столба воды высотой 0,5 м с пленкой российской нефти (удельный вес  $0,87 \text{ г/см}^3$ ) толщиной около 0,6 мкм бралась через сифон ее подпленочная фракция, разбавлялась в 10 раз и измерялся ее спектр лазерно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ спектр). Затем проба отстаивалась в течение 12 часов, и та же процедура повторялась вновь последовательно несколько раз. Часть пробы для зондирования помещалась в кварцевую кювету объемом 2,5 л. Другая часть пробы объемом 1 л отдавалась в специализированный аналитический центр для лабораторного анализа методами аналитической химии, которые позволяли определять концентрацию до 0.05 мг/л, соответствующую самым жестким нормам по содержанию нефти и нефтепродуктов в растворенном состоянии или эмульгированном состоянии в воде рыбохозяйственных водоемов.

Из данных Фиг.2 видно, что ЛИФ спектры воды 23 и водонефтяных смесей 20, 21, 22, в том числе, смеси 22 с концентрацией растворенной фракции нефти, существенно меньшей 0.05 мг/л, легко различимы. Таким образом, методика лазерно индуцированной флуоресценции позволяет дистанционно регистрировать нефтегенное загрязнение вод растворенными и эмульгированными углеводородами в концентрациях, меньших 0.05 мг/л, т.е. ниже рыбохозяйственного ПДК. Эти результаты также указывают на возможность подводной и, в частности, подледной дистанционной регистрации нефтегенных загрязнений за счет предложенного размещения дистанционного флуоресцентного детектора в погружном комплексе мониторинга нефтяных загрязнений, входящем в состав системы обнаружения и мониторинга нефтяных загрязнений.

Все это повышает функциональные возможности комплекса мониторинга водных объектов.

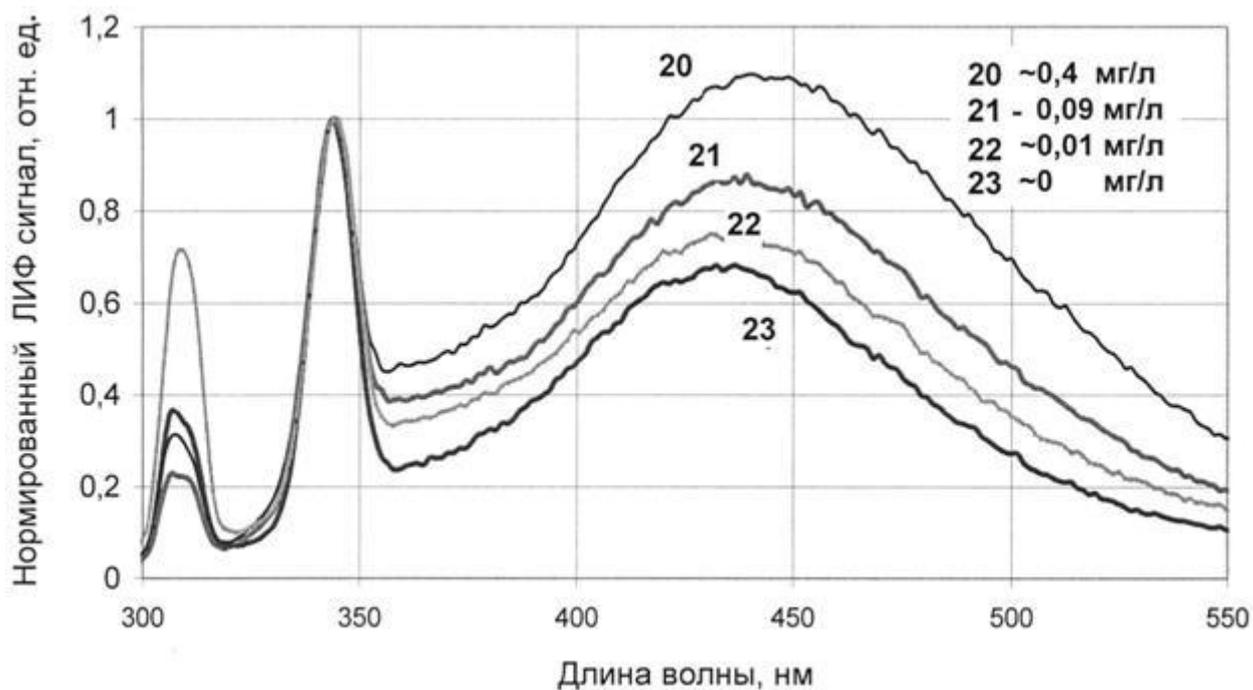
## ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

Таким образом, выполнение погружного комплекса экологического мониторинга водных объектов в заявленном виде позволяет автоматически получать и обрабатывать широкий набор данных о качестве поверхностных вод, в том числе, в сложных ледовых условиях по физическим, химическим, физико-химическим и гидрологическим показателям качества вод с последующим прогнозом изменения их состояния, с высокой надежностью распознавать и идентифицировать, в том числе неконтактными методами, различные загрязнения, оповещать о превышении допустимых уровней загрязнений персонал контролируемых водных объектов для принятия им оперативных решений.

Формула изобретения

1. Погружной комплекс мониторинга водных объектов , преимущественно подверженных риску нефтегенных загрязнений, содержащий находящийся в погружном , в частности, в подледном положении измерительный буй с набором контактирующих с водой датчиков, измеряющих физико-химические и гидрологические параметры воды, размещенные внутри герметичного буя компактный флуоресцентный лидар, программируемый контроллер с системами сбора, предварительной обработки и передачи данных, генерируемых контактирующими с водой датчиками и лидаром, на удаленные интерфейсы информационной системы, при этом буй имеет прозрачное для зондирующего и обратного излучения оптическое окно, снабженное чистящей щеткой и экраном, сводящим к минимуму внешнюю засветку.
2. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий датчики регистрации нефтегенных углеводородов.
3. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий датчик, измеряющий радиоактивность, характеризующую, в частности, содержание в воде радионуклидов нефтегенного происхождения.
4. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий контактирующий с водой датчик, измеряющий электропроводность, изменение которой характеризует, в частности, разлив нефти и пластовых вод с содержащимися в них металлами.
5. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий датчики, измеряющие данные о глубине погружения, скорости и направлении водных течений, необходимые при построении прогностических моделей переноса загрязнений.
6. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий датчики, измеряющие показатели состояния вод, такие, как температура, содержание кислорода, кислотность, влияющие на физико-химическую трансформацию нефтегенных углеводородов.
7. Комплекс мониторинга по п.1, в котором окно размещено на верхней части буя.
8. Комплекс мониторинга по п.1, в котором герметичный буй заполнен газом, отличным от воздуха.
9. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий устройство, обеспечивающее инвариантность расстояния между окном буя и поверхностью льда.
10. Комплекс мониторинга по п.1, содержащий кабель-трос, обеспечивающий электропитание комплекса и передачу данных.
11. Комплекс мониторинга по п.1, крепящийся ко дну.
12. Комплекс мониторинга по п.1, входящий в систему нескольких идентичных комплексов мониторинга , распределенных по водному объекту .
13. Комплекс мониторинга по п.1, размещенный на беспилотной дистанционно-пилотируемой подводной платформе.
14. Комплекс мониторинга по любому из пп.1-13, в котором автоматизированная информационная система оснащена функциями сбора, обработки, анализа и хранения данных, генерируемых комплексом или системой комплексов мониторинга , функциями

определения превышения установленных порогов загрязнения и сигнализации о них, построения прогнозных моделей распространения загрязнения, оценки его токсичности, и предоставления в чрезвычайной ситуации информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков.



Фиг. 2