



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**(21), (22) Заявка: **2005135047/22**, 03.11.2005(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**03.11.2005**(45) Опубликовано: **10.03.2006**

Адрес для переписки:

**196105, Санкт-Петербург, ул. Решетникова,  
17, корп.1, литер А, подъезд 3, 1 этаж (офис  
справа), ООО "Северо-Западное  
региональное патентное бюро", А.С.  
Толстикovu**

(72) Автор(ы):

**Холодкевич Сергей Викторович (RU),  
Говердовская Лариса Григорьевна (RU),  
Иванов Алексей Валентинович (RU),  
Корниенко Евгений Леонидович (RU),  
Куракин Антон Сергеевич (RU),  
Федотов Валерий Павлович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Холодкевич Сергей Викторович (RU)**

**(54) ДАТЧИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ С ЖЕСТКИМ  
НАРУЖНЫМ ПОКРОВОМ И СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЕГО ОСНОВЕ**

## Формула полезной модели

1. Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, содержащий корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник оптического излучения, отличающийся тем, что он снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

2. Датчик по п.1, отличающийся тем, что в качестве источника оптического излучения использован полупроводниковый лазер, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра.

3. Датчик по п.1, отличающийся тем, что в качестве источника оптического излучения использован светодиод, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра.

4. Датчик по п.1, отличающийся тем, что в качестве приемника оптического излучения использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра.

5. Датчик по п.1, отличающийся тем, что корпус выполнен в виде полого цилиндра, а элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом

фиксации.

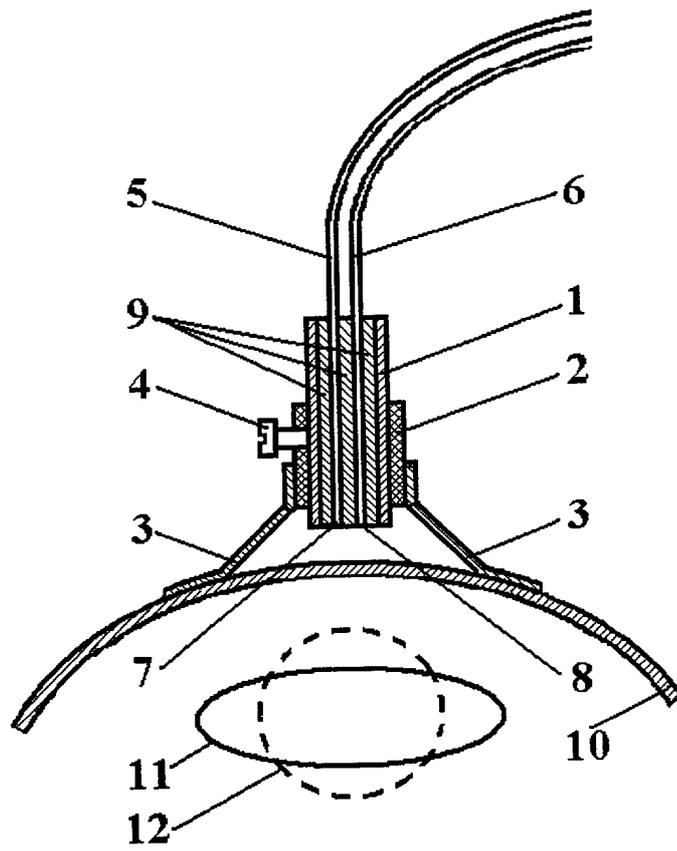
6. Система биологического мониторинга окружающей среды, содержащая компьютер и, по меньшей мере, один формирователь цифрового сигнала физиологической активности в виде последовательно соединенных датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, включающего корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник оптического излучения, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, подключенный выходом к входу компьютера, отличающаяся тем, что ее датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

7. Система по п.6, отличающаяся тем, что в качестве источника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом использован полупроводниковый лазер, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра.

8. Система по п.6, отличающаяся тем, что в качестве источника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом использован светодиод, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра.

9. Система по п.6, отличающаяся тем, что в качестве приемника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра.

10. Система по п.6, отличающаяся тем, что у датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом корпус выполнен в виде полого цилиндра, а элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом фиксации.



Полезная модель относится к области охраны окружающей среды, в частности, к средствам экологического мониторинга окружающей среды с помощью неинвазивного контроля функционального состояния аборигенных беспозвоночных с жестким наружным покровом и преимущественно может быть использована для автоматической оперативной оценки качества таких компонентов окружающей среды, как вода, донные отложения, воздух и почва на основе дистанционной регистрации в реальном масштабе времени параметров физиологической активности, в частности, кардиологической, дыхательной или других видов двигательной активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, например, раков, крабов, раковинных моллюсков, насекомых или паукообразных.

Для дистанционного автоматического биологического мониторинга окружающей среды, осуществляемого в реальном масштабе времени, возможно использование различных видов тестируемых животных, выбор которых определяется средой их обитания и наличием на их теле жесткого наружного покрова, позволяющего устанавливать на нем датчик физиологической активности животного. Так, например, виноградных улиток, ахотин, скорпионов и медведок можно использовать для оценивания качества воздуха и почвы, а крабов, речных раков, лангустов, омаров и обитающих в воде раковинных моллюсков - для оценивания качества воды и донных отложений. Наиболее широко средства биологического мониторинга применяются в настоящее время для оценивания качества водной среды. Как показывает анализ современного состояния уровня техники в данной области, в целях автоматической оперативной оценки качества водной среды на основе дистанционного контроля физиологической активности гидробионтов, осуществляемого в реальном масштабе времени, в качестве тестируемых организмов возможно использование таких гидробионтов, как рыбы, крабы, речные раки, лангусты, омары и раковинные моллюски, например, устрицы, мидии, различные виды устриц и брюхоногих моллюсков.

Среди датчиков физиологической активности тестируемых животных известен датчик сигнала дыхательной активности рыб системы автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), который содержит экспозиционную камеру для размещения рыбы, размещенные на камере сверху и снизу два электрода, выполненные для обеспечения устойчивости к коррозии из нержавеющей стали, два держателя электродов, включающих электропроводную пластину, разделитель и болт, два герметичных штепсельных разъема и проводную линию связи с аппаратурой

усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб. Физиологические сигналы, возникающие при движении жаберных крышек тестируемых рыб, преобразуются данным датчиком в электрические сигналы, которые передаются по проводной линии связи для усиления и обработки.

Вместе с тем, использование в указанном известном датчике электродов из нержавеющей стали, расположенных в контролируемой водной среде и электрически не изолированных, приводит к тому, что формируемый датчиком сигнал становится существенно нестабильным и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Эти искажения формируемого датчиком электрического сигнала еще более возрастают вследствие гальванического взаимодействия нержавеющей стали электродов с водой. Прежде всего, это наблюдается при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Такие искажения в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести

к ошибочному принятию решения о состоянии водной среды.

Известен также датчик сигнала дыхательной активности рыб системы автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), который содержит экспозиционную камеру для размещения рыбы, размещенные на камере сверху и снизу два электрода, выполненные, в отличие от указанного выше аналога, из неметаллического материала, например, графита, два держателя электродов, включающих электропроводную пластину, разделитель и болт, два герметичных штепсельных разъема и проводную линию связи с аппаратурой усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб. В этом случае также физиологические сигналы, возникающие при движении жаберных крышек тестируемых рыб, преобразуются данным датчиком в электрические сигналы, которые передаются по проводной линии связи для усиления и обработки. Использование в данном известном датчике в качестве материала электродов графита, не подверженного гальваническому взаимодействию с водой, в незначительной степени снижает нестабильность формируемого датчиком сигнала и уровень сопровождающего его шума.

Однако, как и в предыдущем случае, использование в указанном известном датчике электродов, находящихся в непосредственном контакте с контролируемой водной средой и электрически не изолированных, приводит к тому, что формируемый датчиком сигнал подвержен нестабильности и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Прежде всего, это наблюдается при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Такие искажения также в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести к ошибочному принятию решения о состоянии водной среды.

Кроме того, обоим указанным выше известным датчикам свойственен весьма существенный общий недостаток. Как отмечают сами авторы этих технических решений, изменение электропроводности контролируемой воды существенно влияет на амплитуду электрического сигнала, формируемого этими датчиками. Так, например, увеличение электропроводности воды приводит к существенному уменьшению амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, что, с одной стороны, может привести к его пропуску при регистрации. С другой стороны, изменение амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, связанное с изменением электропроводности воды, при принятии решения приводит к ошибочным результатам, совершенно не связанным с реальным изменением качества контролируемой воды. Для работоспособности данных технических решений авторы попытались при обработке сигнала дыхательной активности рыб использовать частичную алгоритмическую компенсацию изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Но это привело к усложнению конструкции и стоимости системы биомониторинга качества воды, в которой используются данные датчики, а также усложнило эксплуатацию данной системы, поскольку вызвало необходимость осуществления ее периодической калибровки с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

И, наконец, использование в конструкциях обоих указанных выше известных датчиков достаточно протяженной проводной линии связи с аппаратурой усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб вызывает дополнительные искажения формируемого датчиками электрического сигнала вследствие неизбежных внешних электрических наводок.

Наиболее близким по конструкции к датчику физиологической активности

беспозвоночных с жестким наружным покровом, являющемуся предметом настоящей полезной модели, следует считать датчик кардиологической активности крабов компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды (Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates. - Comp. Biochem. Physiol., Vol. 96A, 1990, No. 4, p.p.473-477), который используется для неинвазивного формирования электрического сигнала кардиологической активности крабов, выполняющих функцию тестируемых беспозвоночных. Данный известный датчик кардиологической активности крабов, выбранный в качестве ближайшего аналога, содержит герметичный корпус, который выполнен с возможностью размещения и фиксации в защитном кольце, выполненном с возможностью установки на карапаксе краба в области расположения его сердца, например, с помощью клеевого соединения, установленный в корпусе светодиод в качестве источника оптического излучения, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, установленный в корпусе фототранзистор в качестве приемника оптического излучения, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, проводную линию связи с источником питания, подключенную к светодиоду, и проводную линию связи с аппаратурой усиления и обработки электрического сигнала, подключенную к фототранзистору.

Использование в данном известном датчике кардиологической активности крабов, выбранном в качестве ближайшего аналога, для формирования электрического сигнала источника оптического излучения и приемника оптического излучения, установленных в герметичном корпусе изолированно от контролируемой водной среды, препятствует возникновению нестабильности электрического сигнала и сопровождающего его шума, в том числе, и при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Это упрощает последующую обработку сформированного электрического сигнала и снижает вероятность ошибочного принятия решения о состоянии водной среды.

По этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды не оказывает влияния на амплитуду электрического сигнала, формируемого данным датчиком кардиологической активности крабов, что способствует надежной регистрации электрического сигнала и снижает вероятность ошибочного принятия решения о качестве контролируемой воды. Кроме того, это не вызывает необходимости при обработке электрического сигнала использовать алгоритмическую компенсацию изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Это привело к упрощению конструкции и снижению стоимости компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, в которой используется данный датчик, а также упростило ее эксплуатацию, не требующую периодической калибровки данной системы с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

Вместе с тем, используемый в конструкции данного датчика кардиологической активности крабов герметичный корпус с размещенными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения имеет достаточно значительные массу и габариты. Поэтому размещение такого корпуса с установленными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения на карапаксе краба, во-первых, может вызвать у этого животного состояние стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой водной

среды, а с наличием на карапаксе значительного по массе и габаритам инородного тела. В результате этого при обработке сформированного данным датчиком электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды может быть принято ошибочное решение о качестве контролируемой воды. Во-вторых, эта же причина может вызвать заболевание и даже гибель тестируемого животного, что

приводит к повышению стоимости и усложнению эксплуатации компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, связанными с необходимостью более частой заменой тестируемых животных вследствие их заболевания или гибели.

Кроме того, использование в конструкции данного датчика кардиологической активности крабов проводной линии связи приемника оптического излучения с аппаратурой усиления и обработки электрического сигнала не защищает эту линию связи от неизбежных внешних электрических наводок, которые искажают электрический сигнал кардиологической активности крабов и при его обработке могут привести к ошибочному принятию решения о качестве контролируемой водной среды.

Поэтому недостатками известного датчика кардиологической активности крабов, выбранного за ближайший аналог, являются недостаточно высокая достоверность контроля окружающей среды и высокая стоимость и сложность эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды, в составе которой такой датчик может быть использован.

Среди систем биологического мониторинга окружающей среды известна система автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), которая основана на регистрации и анализе сигналов дыхательной активности рыб. Данная известная система содержит экспозиционные камеры с анализируемой водой для размещения рыб, установленные на каждой камере в анализируемой воде сверху и снизу два электрода, каждый из которых выполнен, например, из нержавеющей стали или графита для обеспечения устойчивости к коррозии и снабжен держателем электрода и герметичным штепсельным разъемом. Кроме того, указанная система содержит размещенные вне анализируемой воды последовательно соединенные усилитель, подключенный с помощью проводной линии связи к электродам, аналого-цифровой преобразователь, контроллер, терминальную панель и осциллограф, подключенные к терминальной панели пробоотборник и сигнализатор тревоги, а также подключенные к контроллеру удаленный компьютер, удаленный монитор и анализатор качества воды с управляемым электромагнитным клапаном.

Данная известная система автоматического биомониторинга качества воды позволяет формировать и регистрировать сигналы дыхательной активности рыб, а также автоматически осуществлять принятие решения о снижении качества контролируемой водной среды на основании изменения параметров дыхательной активности рыб, которое обусловлено происходящим в их организме стрессом, связанным со снижением качества воды.

Однако, использование в данной известной системе автоматического биомониторинга качества воды в качестве датчика сигнала дыхательной активности рыб электрически не изолированных по отношению к воде электродов приводит к тому,

что формируемый электродами сигнал подвержен нестабильности и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Прежде всего, это наблюдается при

значительной электропроводности контролируемой водной среды. В случае выполнения электродов из нержавеющей стали эти два вида искажений формируемого электрического сигнала еще более возрастают вследствие гальванического взаимодействия нержавеющей стали электродов с водой. Такие искажения в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести к ошибочному принятию решения о состоянии контролируемой водной среды.

Как отмечают авторы этой системы, по этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды существенно влияет на амплитуду формируемого электрического сигнала дыхательной активности рыб. В частности, увеличение электропроводности воды приводит к существенному уменьшению амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, что, во-первых, может привести к его пропуску при регистрации. Во-вторых, изменение амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, связанное с изменением электропроводности воды, при принятии решения приводит к ошибочным результатам, абсолютно не связанным с реальным изменением качества контролируемой воды. Для работоспособности данной системы автоматического биомониторинга качества воды при обработке сигнала дыхательной активности рыб в ней предусмотрено использование частичной алгоритмической компенсации изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Однако, это привело к усложнению конструкции и стоимости системы биомониторинга качества воды, а также усложнило ее эксплуатацию, поскольку вызвало необходимость осуществления ее периодической калибровки с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

Кроме того, использование в указанной известной системе биомониторинга качества воды достаточно протяженной проводной линии связи электродов с усилителем вызывает дополнительные искажения формируемого электрического сигнала дыхательной активности рыб вследствие неизбежных внешних электрических наводок.

Наиболее близкой по конструкции к системе биологического мониторинга окружающей среды, являющейся предметом настоящей полезной модели, следует считать компьютеризированную систему физиологического мониторинга водной среды (Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates. - Comp. Biochem. Physiol., Vol. 96A, 1990, No. 4, p.p.473-477), которая основана на неинвазивном формировании, регистрации и анализе сигналов кардиологической активности крабов, выполняющих функцию тестируемых беспозвоночных. Данная

известная компьютеризированная система физиологического мониторинга водной среды, выбранная в качестве ближайшего аналога, содержит восемь формирователей цифрового сигнала кардиологической активности, каждый из которых содержит последовательно соединенные датчик кардиологической активности, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, компьютер с принтером и накопителем на жестком диске и мультиплексор, входы и выход которого подключены соответственно к выходам аналого-цифровых преобразователей формирователей цифрового сигнала кардиологической активности и входу компьютера. При этом датчик кардиологической активности каждого формирователя цифрового сигнала кардиологической активности содержит герметичный корпус, который выполнен с возможностью размещения и фиксации в защитном кольце, выполненном с возможностью установки на карапаксе краба в области расположения его сердца,

например, с помощью клеевого соединения, установленный в корпусе светодиод в качестве источника оптического излучения, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, установленный в корпусе фототранзистор в качестве приемника оптического излучения,  
5 чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, проводную линию связи с источником питания, подключенную к светодиоду, и проводную линию связи с усилителем формирователя цифровых сигналов кардиологической активности, подключенную к фототранзистору.

10 Данная известная компьютеризированная система физиологического мониторинга водной среды, выбранная за ближайший аналог, позволяет формировать и регистрировать сигналы кардиологической активности крабов, а также автоматически осуществлять принятие решения о снижении качества контролируемой водной среды на основании изменения параметров кардиологической активности крабов, которое  
15 обусловлено происходящим в их организме стрессом, связанным со снижением качества воды.

Использование в данной известной компьютеризированной системе физиологического мониторинга водной среды, выбранной за ближайший аналог, для  
20 формирования электрического сигнала датчика кардиологической активности крабов, содержащего источник оптического излучения и приемник оптического излучения, установленные в герметичном корпусе изолированно от контролируемой водной среды, препятствует возникновению нестабильности электрического сигнала и сопровождающего его шума, в том числе, и при значительной электропроводности  
25 контролируемой водной среды. Это упрощает последующую обработку сформированного электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды и снижает вероятность ошибочного принятия решения о состоянии контролируемой воды.

30 По этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды не оказывает влияния на амплитуду электрического сигнала, формируемого датчиком кардиологической активности крабов, что способствует надежной регистрации электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического  
35 мониторинга водной среды и снижает вероятность ошибочного принятия решения о качестве контролируемой воды. Кроме того, это не вызывает необходимости при обработке электрического сигнала использовать в компьютеризированной системе физиологического мониторинга водной среды алгоритмическую компенсацию  
40 изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Это упрощает конструкцию и снижает стоимость компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, а также упрощает ее эксплуатацию, поскольку не требует периодической калибровки данной системы с использованием  
45 воды, имеющей различную электропроводность.

Вместе с тем, используемый в конструкции датчика кардиологической активности крабов, входящего в состав данной компьютеризированной системы  
45 физиологического мониторинга водной среды, герметичный корпус с размещенными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения имеет достаточно значительные массу и габариты. Поэтому размещение такого корпуса с  
50 установленными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения на карапаксе краба, во-первых, может вызвать у этого животного состояние стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой водной среды, а с наличием на карапаксе значительного по массе и габаритам инородного

тела. В результате этого при обработке сформированного датчиком электрического сигнала данной известной компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды может быть принято ошибочное решение о качестве контролируемой воды. Во-вторых, эта же причина может вызвать заболевание и даже гибель тестируемого животного, что приводит к повышению стоимости и усложнению эксплуатации выбранной за ближайший аналог компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, связанными с необходимостью более частой замены тестируемых животных вследствие их заболевания или гибели.

Кроме того, использование в конструкции данной известной компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды проводной линии связи приемника оптического излучения датчика кардиологической активности крабов с усилителем не защищает эту линию связи от неизбежных внешних электрических наводок, которые искажают электрический сигнал кардиологической активности крабов и при его обработке компьютеризированной системой

физиологического мониторинга водной среды могут привести к ошибочному принятию решения о качестве контролируемой водной среды.

Поэтому недостатками известной компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, выбранной за ближайший аналог, являются недостаточно высокая достоверность контроля окружающей среды и высокая стоимость и сложность ее эксплуатации.

Задачами настоящей полезной модели являются повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

Поставленные задачи решаются, согласно полезной модели, во-первых, тем, что датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, содержащий, в соответствии с ближайшим аналогом, корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник оптического излучения, отличается от ближайшего аналога тем, что он снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

При этом в качестве источника оптического излучения может быть использован полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, в качестве приемника оптического излучения может быть использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, а корпус может быть выполнен в виде полого цилиндра, и тогда элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного может быть выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом фиксации.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом передающим и приемным оптическими волокнами, установка выходного торца передающего оптического волокна и входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а также установка входного торца передающего

оптического волокна и выходного торца приемного оптического волокна с  
возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического  
излучения и с приемником оптического излучения позволяют, с одной стороны,  
5 размещать источник оптического излучения и приемник оптического излучения не в  
корпусе, установленном на теле тестируемого беспозвоночного, а в непосредственной  
близости от аппаратуры

усиления и обработки сигнала физиологической активности, что обеспечивает  
снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого  
10 беспозвоночного. Такой отказ от размещения источника оптического излучения и  
приемника оптического излучения внутри корпуса дает возможность использовать  
негерметичный корпус, имеющий достаточно простую конструкцию, например, в виде  
полого цилиндра, что приводит к еще большему снижению массы и габаритов  
15 элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Снижение массы и  
габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, с одной  
стороны, уменьшает вероятность возникновения у этого животного состояния  
стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой окружающей  
среды, а с наличием на нем инородного тела, в результате чего снижается вероятность  
20 принятия системой биологического мониторинга ошибочного решения о качестве  
контролируемой окружающей среды. С другой стороны, уменьшение массы и  
габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, понижает  
вероятность возникновения заболевания или гибели тестируемого животного, что  
приводит к снижению стоимости и упрощению эксплуатации системы биологического  
25 мониторинга окружающей среды ввиду отсутствия необходимости частой замены  
тестируемых животных.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким  
наружным покровом приемным оптическим волокном и установка входного торца  
30 приемного оптического волокна в корпусе, а выходного торца приемного  
оптического волокна с возможностью оптического контакта с приемником  
оптического излучения приводит к тому, что при его эксплуатации такая  
волоконно-оптическая линия связи абсолютно не подвержена каким-либо  
электромагнитным наводкам. Это препятствует искажению формируемого  
35 электрического сигнала физиологической активности, что существенно снижает  
вероятность принятия ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей  
среды.

Таким образом, указанные отличительные признаки, присущие предлагаемому  
40 датчику физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным  
покровом, обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и  
снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга  
окружающей среды, в составе которой он используется.

Поставленные задачи решаются, согласно полезной модели, во-вторых, также тем,  
45 что система биологического мониторинга окружающей среды, содержащая, в  
соответствии с ближайшим аналогом, компьютер и, по меньшей мере, один  
формирователь цифрового сигнала физиологической активности в виде  
последовательно соединенных датчика физиологической активности беспозвоночных

50 с жестким наружным покровом, включающего корпус с элементом установки на теле  
тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник  
оптического излучения, усилитель и аналого-цифровой преобразователь,

подключенный выходом ко входу компьютера, отличается от ближайшего аналога тем, что ее датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

При этом в качестве источника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом может быть использован полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, в качестве приемника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом может быть использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, а у датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом корпус может быть выполнен в виде полого цилиндра и тогда элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного может быть выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом фиксации.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом системы биологического мониторинга окружающей среды передающим и приемным оптическими волокнами, установка выходного торца передающего оптического волокна и входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а также установка входного торца передающего оптического волокна и выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения позволяют, с одной стороны, размещать источник оптического излучения и приемник оптического излучения не в корпусе, установленном на теле тестируемого беспозвоночного, а в непосредственной близости, соответственно, от источника питания источника оптического излучения и усилителя, к которым они подключены, что обеспечивает снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Такой отказ от размещения источника оптического излучения и приемника оптического излучения внутри корпуса дает возможность

использовать негерметичный корпус, имеющий достаточно простую конструкцию, например, в виде полого цилиндра, что приводит к еще большему снижению массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, с одной стороны, уменьшает вероятность возникновения у этого животного состояния стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой окружающей среды, а с наличием на нем инородного тела, в результате чего снижается и вероятность принятия системой биологического мониторинга окружающей среды ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды. С другой стороны, уменьшение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, понижает вероятность возникновения заболевания или гибели тестируемого животного, что приводит к снижению стоимости и упрощению эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды

ввиду отсутствия необходимости частой замены тестируемых животных.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом заявляемой системы биологического мониторинга окружающей среды приемным оптическим волокном и установка входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта с приемником оптического излучения обеспечивают возможность размещения приемника оптического излучения непосредственно у усилителя, с которым он имеет гальваническую связь, что при эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды препятствует внешним электрическим наводкам. Это предотвращает искажение формируемого электрического сигнала физиологической активности из-за возможных внешних электрических наводок, что при его обработке системой биологического мониторинга окружающей среды существенно снижает вероятность принятия ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды.

Таким образом, указанные отличительные признаки, присущие предлагаемой системе биологического мониторинга окружающей среды, обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

Отмеченное свидетельствует о решении декларированных выше задач настоящей полезной модели, благодаря наличию у заявляемых датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и системы биологического мониторинга окружающей среды перечисленных выше отличительных признаков.

На фиг.1 показан разрез корпуса и элемента установки на теле тестируемого беспозвоночного датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, где 1 - корпус, 2 - цилиндр элемента установки, 3 - лепесток элемента установки, 4 - винт фиксации, 5 - передающее оптическое волокно, 6 - приемное оптическое волокно, 7 - выходной торец, 8 - входной торец, 9 - элемент фиксации волокон, 10 - карапакс тестируемого животного, 11 - сердце тестируемого животного в период диастолы и 12 - сердце тестируемого животного в период систолы.

На фиг.2 показана структурная электрическая схема системы биологического мониторинга окружающей среды, где 13 - формирователь цифрового сигнала физиологической активности, 14 - источник оптического излучения, 15 - приемник оптического излучения, 16 - источник питания источника оптического излучения, 17 - усилитель, 18 - аналого-цифровой преобразователь и 19 - компьютер.

На фиг.3 показан возможный вариант размещения системы биологического мониторинга окружающей среды в случае использования ее для мониторинга водной среды водоема, где 20 - помост, 21 - контейнер для аппаратуры, 22 - клетка для животного, 23 - щель для оптических волокон и 24 - тестируемое животное.

Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом (см. фиг.1) содержит корпус 1, который выполнен, например, в виде полого цилиндра, и элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного, включающий полый цилиндр 2 элемента установки, охватывающий корпус 1, два лепестка 3 элемента установки, форма и расположение которых соответствуют форме карапакса 10 тестируемого животного в месте предполагаемой установки датчика в области расположения сердца, и винт 4 фиксации, установленный в выполненном в цилиндре 2 элемента установки резьбовом отверстии. Корпус 1, цилиндр 2 элемента установки и лепестки 3 элемента установки могут быть выполнены из металла,

стойкого к коррозии, или из полимерного материала. Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом также содержит передающее оптическое волокно 5 и приемное оптическое волокно 6, у которых соответственно выходной торец 7 и входной торец 8 установлены в корпусе 1 и закреплены в нем посредством элемента 9 фиксации волокон, выполненного, например, из отвердевшего эпоксидного клея. В качестве передающего оптического волокна 5 и приемного оптического волокна 6 могут быть использованы, например, оптические волокна, имеющие диаметр от 50 до 500 мкм. Кроме того, датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом содержит (см. фиг.2) источник 14 оптического излучения, например, полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, и приемник 15 оптического излучения, например, фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра. Входной торец передающего оптического

волокна 5 и выходной торец приемного оптического волокна 6 установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником 14 оптического излучения и с приемником 15 оптического излучения посредством не показанных на фигурах волоконно-оптических коннекторов, например, марки ST или FC. В качестве источника 14 оптического излучения может быть использован полупроводниковый лазер, например, марки ИЛПН-109 М, испускающий оптическое излучение с длиной волны 0,8-0,86 мкм, а в качестве приемника 15 оптического излучения может быть использован фотодиод, например, марки ФД-290, чувствительный к оптическому излучению данного диапазона длин волн.

Система биологического мониторинга окружающей среды содержит компьютер 19, источник 16 питания источника оптического излучения, по меньшей мере, один датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, описанный выше, и, по меньшей мере, один формирователь 13 цифрового сигнала физиологической активности. Формирователь 13 цифрового сигнала физиологической активности содержит источник 14 оптического излучения, входящий в состав описанного выше датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и подключенный к выходу источника 16 питания источника оптического излучения, и последовательно соединенные приемник 15 оптического излучения, входящий в состав описанного выше датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, усилитель 17 и аналого-цифровой преобразователь 18, подключенный к входу компьютера 19. В качестве компьютера 19 может быть использован персональный компьютер.

Электронную аппаратуру системы биологического мониторинга окружающей среды в случае использования ее для контроля водной среды водоема (см. фиг.3) размещают, например, в контейнере 21 для аппаратуры на помосте 20, площадка которого расположена выше уровня контролируемой воды, а опоры установлены на суше или в акватории, на дне контролируемого водоема. В этом случае в качестве тестируемых животных 24 используют, например, речных раков, лангустов, крабов, устриц, мидий, ампулярий или некоторые виды унioniид. При этом на раковине или на карапаксе 10 тестируемого животного в области расположения сердца устанавливают цилиндр 2 элемента установки с двумя лепестками 3 элемента установки, например, посредством приклеивания последних к раковине или карапаксу 10 тестируемого животного. Для размещения тестируемого животного 24 используют клетку 22 для

животного, которая может быть выполнена из металлической или полимерной сетки и снабжена щелью 23 для оптических волокон. Корпус 1 вместе с передающим оптическим волокном 5 и приемным оптическим волокном 6 пропускают через щель 23 для оптических волокон, вставляют корпус 1 в цилиндр 2 элемента установки и

закрепляют его в нем с помощью винта 4 фиксации. Клетку 22 для животного с размещенным в ней одним тестируемым животным 24 располагают на дне контролируемого водоема или на суше, в аквариуме, через который прокачивается вода контролируемого водоема. При необходимости использования в системе биологического мониторинга окружающей среды нескольких тестируемых животных 24 каждое из них размещают в отдельной клетке 22 для животного, обеспечивая при этом отсутствие визуального контакта между тестируемыми животными 24.

В случае использования системы биологического мониторинга окружающей среды на водозаборных станциях водоподготовки тестируемое животное 24 размещают в проточном аквариуме (на фигурах не показан) с водой, поступающей из источника водоснабжения.

Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и система биологического мониторинга окружающей среды, являющиеся предметами настоящей полезной модели, работают следующим образом.

Оператор системы биологического мониторинга окружающей среды включает питание электронной аппаратуры, входящей в состав данной системы, в том числе, компьютер 19 и источник 16 питания источника оптического излучения. Источник 16 питания источника оптического излучения подает напряжение на источник 14 оптического излучения, который начинает испускать оптическое излучение ближнего инфракрасного диапазона спектра. Это оптическое излучение, пройдя через входной торец передающего оптического волокна 5, распространяется по нему к его выходному торцу 7 и, выходя из выходного торца 7 передающего оптического волокна 5, падает на карапакс 10 тестируемого животного и через него проникает в тело тестируемого животного 24. При этом некоторая часть оптического излучения отражается от карапакса 10 тестируемого животного и его внутренних органов, в том числе, и от сердца. Некоторая часть оптического излучения, отраженного от карапакса 10 тестируемого животного и его внутренних органов, в том числе, и от сердца, попадает во входной торец 8 приемного оптического волокна 6, распространяется по нему и, пройдя через его выходной торец, падает на чувствительную поверхность приемника 15 оптического излучения, который преобразует оптическое излучение в электрический сигнал с амплитудой, пропорциональной падающему световому потоку. В процессе работы сердца тестируемого животного 24 оно периодически изменяет свой объем и форму (см. на фиг.1 сердце 11 тестируемого животного в период диастолы и сердце 12 тестируемого животного в период систолы), в результате чего границы сердечного мешка смещаются относительно пучка оптического излучения, выходящего из выходного торца 7 передающего оптического волокна 5, и изменяют величину отраженного сердцем светового потока, попадающего во входной торец 8 приемного оптического волокна 6 и регистрируемого приемником 15 оптического излучения. В результате этого электрический сигнал, сформированный приемником 15 оптического излучения, имеет переменную составляющую, период которой равен периоду сердечных сокращений тестируемого животного 24.

Сформированный приемником 15 оптического излучения электрический сигнал после усиления по мощности усилителем 17 поступает на аналого-цифровой преобразователь 18, который осуществляет с заданной дискретностью по времени преобразование мгновенных значений напряжения электрического сигнала в цифровые коды, поступающие в компьютер 19. Каждый поступивший цифровой код, соответствующий мгновенному значению напряжения электрического сигнала, компьютер 19 заносит в свое запоминающее устройство вместе со значениями текущего времени, когда этот цифровой код поступил. Далее компьютер 19 в соответствии с известными алгоритмами путем, например, сравнения запомненных цифровых кодов определяет два, например, максимальных цифровых кода, ближайших по времени их поступления в компьютер 19. В результате вычисления разности между значениями текущего времени поступления этих максимальных цифровых кодов компьютер 19 определяет период сердечных сокращений тестируемого животного 24 и заносит его значение в свое запоминающее устройство. Таким образом компьютер 19 определяет и запоминает значения периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 за достаточно длительный интервал времени, соответствующий, например, 100-500 периодам сердечных сокращений. Затем компьютер 19 вычисляет, например, среднее арифметическое значение периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 за указанный интервал времени. После этого компьютер 19 вычисляет разность между эталонным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24, которое хранится в запоминающем устройстве компьютера 19 и было получено на этапе калибровки системы биологического мониторинга окружающей среды при регистрации сигнала сердечных сокращений этого же тестируемого животного 24, размещенного в воде высокого качества, и полученным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24. Если полученная разность не превышает установленного для нее порогового значения, хранящегося в запоминающем устройстве компьютера 19, компьютер 19 не формирует сигнала экологической опасности.

В случае внезапного ухудшения качества контролируемой водной среды организм размещенного в ней тестируемого животного 24 подвергается стрессу, в результате которого период сердечных сокращений тестируемого животного 24 резко и существенно уменьшается. Как показали экспериментальные исследования авторов настоящей полезной модели, из-за ухудшения качества контролируемой водной среды период сердечных сокращений, например, речных раков *Astacus astacus* L. может уменьшаться в 2-3 раза. В этом случае вычисленная компьютером 19 разность между эталонным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24, которое хранится в запоминающем устройстве компьютера 19 и было получено на этапе калибровки системы биологического мониторинга окружающей среды при регистрации сигнала сердечных сокращений этого же тестируемого животного 24, размещенного в воде высокого качества, и полученным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 при ее сравнении превысит установленное для нее пороговое значение, хранящееся в запоминающем устройстве компьютера 19, и компьютер 19 сформирует сигнал экологической опасности. Информация об экологической опасности отображается оператору системы биологического мониторинга окружающей среды на мониторе компьютера 19. Кроме того, оповещение об экологической опасности персонала может осуществляться

сигнализатором экологической опасности, который подключен к компьютеру 19, но на фигурах не показан.

В случае формирования системой биологического мониторинга окружающей среды сигнала экологической опасности осуществляют отбор пробы контролируемой воды для ее последующего химического анализа.

Авторами настоящей полезной модели был разработан опытный образец системы биологического мониторинга окружающей среды с датчиком физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и в апреле-июле 2005 года испытан в натуральных условиях для целей контроля водной среды с использованием речных раков в качестве тестируемых животных, а также для целей контроля воздушной среды с использованием виноградных улиток и ахотин в качестве тестируемых животных. Испытания показали достаточно высокую эффективность использования системы биологического мониторинга окружающей среды с датчиком физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом для повышения достоверности контроля качества компонентов окружающей среды.

Таким образом, датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и система биологического мониторинга окружающей среды обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к области охраны окружающей среды, в частности, к средствам экологического мониторинга окружающей среды с помощью неинвазивного контроля функционального состояния аборигенных беспозвоночных с жестким наружным покровом и преимущественно может быть использована для автоматической оперативной оценки качества таких компонентов окружающей среды, как вода, воздух, почва и донные отложения на основе дистанционной регистрации в реальном масштабе времени параметров физиологической активности, в частности, кардиологической, дыхательной или других видов двигательной активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, например, раков, крабов, раковинных моллюсков, насекомых или паукообразных. Датчик содержит корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения, приемник оптического излучения, передающее и приемное оптические волокна, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения. Система содержит компьютер и, по меньшей мере, один формирователь цифрового сигнала физиологической активности, включающий последовательно соединенные датчик, упомянутый выше, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, подключенный выходом ко входу компьютера. Полезная модель обеспечивает повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

## РЕФЕРАТ

## ДАТЧИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ С ЖЕСТКИМ НАРУЖНЫМ ПОКРОВОМ И СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

Полезная модель относится к области охраны окружающей среды, в частности, к средствам экологического мониторинга окружающей среды с помощью неинвазивного контроля функционального состояния аборигенных беспозвоночных с жестким наружным покровом и преимущественно может быть использована для автоматической оперативной оценки качества таких компонентов окружающей среды, как вода, воздух, почва и донные отложения на основе дистанционной регистрации в реальном масштабе времени параметров физиологической активности, в частности, кардиологической, дыхательной или других видов двигательной активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, например, раков, крабов, раковинных моллюсков, насекомых или паукообразных.

Датчик содержит корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения, приемник оптического излучения, передающее и приемное оптические волокна, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

Система содержит компьютер и, по меньшей мере, один формирователь цифрового сигнала физиологической активности, включающий последовательно соединенные датчик, упомянутый выше, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, подключенный выходом ко входу компьютера.

Полезная модель обеспечивает повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды. 2 н. п. ф-лы, 8 з. п. ф-лы, 3 илл.

2005135047

МПК<sup>7</sup> G 01 N 33 / 18

ДАТЧИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ С  
ЖЕСТКИМ НАРУЖНЫМ ПОКРОВОМ И СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

Полезная модель относится к области охраны окружающей среды, в частности, к средствам экологического мониторинга окружающей среды с помощью неинвазивного контроля функционального состояния аборигенных беспозвоночных с жестким наружным покровом и преимущественно может быть использована для автоматической оперативной оценки качества таких компонентов окружающей среды, как вода, донные отложения, воздух и почва на основе дистанционной регистрации в реальном масштабе времени параметров физиологической активности, в частности, кардиологической, дыхательной или других видов двигательной активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, например, раков, крабов, раковинных моллюсков, насекомых или паукообразных.

Для дистанционного автоматического биологического мониторинга окружающей среды, осуществляемого в реальном масштабе времени, возможно использование различных видов тестируемых животных, выбор которых определяется средой их обитания и наличием на их теле жесткого наружного покрова, позволяющего устанавливать на нем датчик физиологической активности животного. Так, например, виноградных улиток, ахотин, скорпионов и медведок можно использовать для оценивания качества воздуха и почвы, а крабов, речных раков, лангустов, омаров и обитающих в воде раковинных моллюсков – для оценивания качества воды и донных отложений. Наиболее широко средства биологического мониторинга применяются в настоящее время для оценивания качества водной среды. Как показывает анализ современного состояния уровня техники в данной области, в целях автоматической оперативной оценки качества водной среды на основе дистанционного контроля физиологической активности гидробионтов, осуществляемого в реальном масштабе времени, в качестве тестируемых организмов возможно использование таких гидробионтов, как рыбы, крабы, речные раки, лангусты, омары и раковинные моллюски, например, устрицы, мидии, различные виды унионид и брюхоногих моллюсков.

Среди датчиков физиологической активности тестируемых животных известен датчик сигнала дыхательной активности рыб системы автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), который содержит экспозиционную камеру для размещения рыбы, размещенные на камере сверху и снизу два электрода, выполненные для обеспечения устойчивости к коррозии из нержавеющей стали, два держателя электродов, включающих электропроводную пластину, разделитель и болт, два герметичных штепсельных разъема и проводную линию связи с аппаратурой

усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб. Физиологические сигналы, возникающие при движении жаберных крышек тестируемых рыб, преобразуются данным датчиком в электрические сигналы, которые передаются по проводной линии связи для усиления и обработки.

Вместе с тем, использование в указанном известном датчике электродов из нержавеющей стали, расположенных в контролируемой водной среде и электрически не изолированных, приводит к тому, что формируемый датчиком сигнал становится существенно нестабильным и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Эти искажения формируемого датчиком электрического сигнала еще более возрастают вследствие гальванического взаимодействия нержавеющей стали электродов с водой. Прежде всего, это наблюдается при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Такие искажения в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести к ошибочному принятию решения о состоянии водной среды.

Известен также датчик сигнала дыхательной активности рыб системы автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), который содержит экспозиционную камеру для размещения рыбы, размещенные на камере сверху и снизу два электрода, выполненные, в отличие от указанного выше аналога, из неметаллического материала, например, графита, два держателя электродов, включающих электропроводную пластину, разделитель и болт, два герметичных штепсельных разъема и проводную линию связи с аппаратурой усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб. В этом случае также физиологические сигналы, возникающие при движении жаберных крышек тестируемых рыб, преобразуются данным датчиком в электрические сигналы, которые передаются по проводной линии связи для усиления и обработки. Использование в данном известном датчике в качестве материала электродов графита, не подверженного гальваническому взаимодействию с водой, в незначительной степени снижает нестабильность формируемого датчиком сигнала и уровень сопровождающего его шума.

Однако, как и в предыдущем случае, использование в указанном известном датчике электродов, находящихся в непосредственном контакте с контролируемой водной средой и электрически не изолированных, приводит к тому, что формируемый датчиком сигнал подвержен нестабильности и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Прежде всего, это наблюдается при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Такие искажения также в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести к ошибочному принятию решения о состоянии водной среды.

Кроме того, обоим указанным выше известным датчикам свойственен весьма существенный общий недостаток. Как отмечают сами авторы этих технических решений, изменение электропроводности контролируемой воды существенно влияет на амплитуду электрического сигнала, формируемого этими датчиками. Так, например, увеличение электропроводности воды приводит к существенному уменьшению амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, что, с одной стороны, может привести к его пропуску при регистрации. С другой стороны, изменение амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, связанное с изменением электропроводности воды, при принятии решения приводит к ошибочным результатам, совершенно не связанным с реальным изменением качества контролируемой воды. Для работоспособности данных технических решений авторы попытались при обработке сигнала дыхательной активности рыб использовать частичную алгоритмическую компенсацию изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Но это привело к усложнению конструкции и стоимости системы биомониторинга качества воды, в которой используются данные датчики, а также усложнило эксплуатацию данной системы, поскольку вызвало необходимость осуществления ее периодической калибровки с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

И, наконец, использование в конструкциях обоих указанных выше известных датчиков достаточно протяженной проводной линии связи с аппаратурой усиления и обработки сигнала дыхательной активности рыб вызывает дополнительные искажения формируемого датчиками электрического сигнала вследствие неизбежных внешних электрических наводок.

Наиболее близким по конструкции к датчику физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, являющемуся предметом настоящей полезной модели, следует считать датчик кардиологической активности крабов компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды (Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates. – *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 96A, 1990, No. 4, p.p. 473–477), который используется для неинвазивного формирования электрического сигнала кардиологической активности крабов, выполняющих функцию тестируемых беспозвоночных. Данный известный датчик кардиологической активности крабов, выбранный в качестве ближайшего аналога, содержит герметичный корпус, который выполнен с возможностью размещения и фиксации в защитном кольце, выполненном с возможностью установки на карапаксе краба в области расположения его сердца, например, с помощью клеевого соединения, установленный в корпусе светодиод в качестве источника оптического излучения, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего

инфракрасного диапазона спектра, установленный в корпусе фототранзистор в качестве приемника оптического излучения, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, проводную линию связи с источником питания, подключенную к светодиоду, и проводную линию связи с аппаратурой усиления и обработки электрического сигнала, подключенную к фототранзистору.

Использование в данном известном датчике кардиологической активности крабов, выбранном в качестве ближайшего аналога, для формирования электрического сигнала источника оптического излучения и приемника оптического излучения, установленных в герметичном корпусе изолированно от контролируемой водной среды, препятствует возникновению нестабильности электрического сигнала и сопровождающего его шума, в том числе, и при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Это упрощает последующую обработку сформированного электрического сигнала и снижает вероятность ошибочного принятия решения о состоянии водной среды.

По этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды не оказывает влияния на амплитуду электрического сигнала, формируемого данным датчиком кардиологической активности крабов, что способствует надежной регистрации электрического сигнала и снижает вероятность ошибочного принятия решения о качестве контролируемой воды. Кроме того, это не вызывает необходимости при обработке электрического сигнала использовать алгоритмическую компенсацию изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Это привело к упрощению конструкции и снижению стоимости компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, в которой используется данный датчик, а также упростило ее эксплуатацию, не требующую периодической калибровки данной системы с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

Вместе с тем, используемый в конструкции данного датчика кардиологической активности крабов герметичный корпус с размещенными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения имеет достаточно значительные массу и габариты. Поэтому размещение такого корпуса с установленными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения на карапаксе краба, во-первых, может вызвать у этого животного состояние стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой водной среды, а с наличием на карапаксе значительного по массе и габаритам инородного тела. В результате этого при обработке сформированного данным датчиком электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды может быть принято ошибочное решение о качестве контролируемой воды. Во-вторых, эта же причина может вызвать заболевание и даже гибель тестируемого животного, что

приводит к повышению стоимости и усложнению эксплуатации компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, связанными с необходимостью более частой заменой тестируемых животных вследствие их заболевания или гибели.

Кроме того, использование в конструкции данного датчика кардиологической активности крабов проводной линии связи приемника оптического излучения с аппаратурой усиления и обработки электрического сигнала не защищает эту линию связи от неизбежных внешних электрических наводок, которые искажают электрический сигнал кардиологической активности крабов и при его обработке могут привести к ошибочному принятию решения о качестве контролируемой водной среды.

Поэтому недостатками известного датчика кардиологической активности крабов, выбранного за ближайший аналог, являются недостаточно высокая достоверность контроля окружающей среды и высокая стоимость и сложность эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды, в составе которой такой датчик может быть использован.

Среди систем биологического мониторинга окружающей среды известна система автоматического биомониторинга качества воды (US 6393899, 2002), которая основана на регистрации и анализе сигналов дыхательной активности рыб. Данная известная система содержит экспозиционные камеры с анализируемой водой для размещения рыб, установленные на каждой камере в анализируемой воде сверху и снизу два электрода, каждый из которых выполнен, например, из нержавеющей стали или графита для обеспечения устойчивости к коррозии и снабжен держателем электрода и герметичным штепсельным разъемом. Кроме того, указанная система содержит размещенные вне анализируемой воды последовательно соединенные усилитель, подключенный с помощью проводной линии связи к электродам, аналого-цифровой преобразователь, контроллер, терминальную панель и осциллограф, подключенные к терминальной панели пробоотборник и сигнализатор тревоги, а также подключенные к контроллеру удаленный компьютер, удаленный монитор и анализатор качества воды с управляемым электромагнитным клапаном.

Данная известная система автоматического биомониторинга качества воды позволяет формировать и регистрировать сигналы дыхательной активности рыб, а также автоматически осуществлять принятие решения о снижении качества контролируемой водной среды на основании изменения параметров дыхательной активности рыб, которое обусловлено происходящим в их организме стрессом, связанным со снижением качества воды.

Однако, использование в данной известной системе автоматического биомониторинга качества воды в качестве датчика сигнала дыхательной активности рыб электрически не изолированных по отношению к воде электродов приводит к тому,

что формируемый электродами сигнал подвержен нестабильности и сопровождается достаточно интенсивным шумом. Прежде всего, это наблюдается при значительной электропроводности контролируемой водной среды. В случае выполнения электродов из нержавеющей стали эти два вида искажений формируемого электрического сигнала еще более возрастают вследствие гальванического взаимодействия нержавеющей стали электродов с водой. Такие искажения в значительной степени усложняют последующую обработку сформированного электрического сигнала и могут привести к ошибочному принятию решения о состоянии контролируемой водной среды.

Как отмечают авторы этой системы, по этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды существенно влияет на амплитуду формируемого электрического сигнала дыхательной активности рыб. В частности, увеличение электропроводности воды приводит к существенному уменьшению амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, что, во-первых, может привести к его пропуску при регистрации. Во-вторых, изменение амплитуды сигнала дыхательной активности рыб, связанное с изменением электропроводности воды, при принятии решения приводит к ошибочным результатам, абсолютно не связанным с реальным изменением качества контролируемой воды. Для работоспособности данной системы автоматического биомониторинга качества воды при обработке сигнала дыхательной активности рыб в ней предусмотрено использование частичной алгоритмической компенсации изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Однако, это привело к усложнению конструкции и стоимости системы биомониторинга качества воды, а также усложнило ее эксплуатацию, поскольку вызвало необходимость осуществления ее периодической калибровки с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

Кроме того, использование в указанной известной системе биомониторинга качества воды достаточно протяженной проводной линии связи электродов с усилителем вызывает дополнительные искажения формируемого электрического сигнала дыхательной активности рыб вследствие неизбежных внешних электрических наводок.

Наиболее близкой по конструкции к системе биологического мониторинга окружающей среды, являющейся предметом настоящей полезной модели, следует считать компьютеризированную систему физиологического мониторинга водной среды (Depledge M.H., Andersen B.B. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates. – *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 96A, 1990, No. 4, p.p. 473-477), которая основана на неинвазивном формировании, регистрации и анализе сигналов кардиологической активности крабов, выполняющих функцию тестируемых беспозвоночных. Данная

известная компьютеризированная система физиологического мониторинга водной среды, выбранная в качестве ближайшего аналога, содержит восемь формирователей цифрового сигнала кардиологической активности, каждый из которых содержит последовательно соединенные датчик кардиологической активности, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, компьютер с принтером и накопителем на жестком диске и мультиплексор, входы и выход которого подключены соответственно к выходам аналого-цифровых преобразователей формирователей цифрового сигнала кардиологической активности и входу компьютера. При этом датчик кардиологической активности каждого формирователя цифрового сигнала кардиологической активности содержит герметичный корпус, который выполнен с возможностью размещения и фиксации в защитном кольце, выполненном с возможностью установки на карапаксе краба в области расположения его сердца, например, с помощью клеевого соединения, установленный в корпусе светодиод в качестве источника оптического излучения, выполненный с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, установленный в корпусе фототранзистор в качестве приемника оптического излучения, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, проводную линию связи с источником питания, подключенную к светодиоду, и проводную линию связи с усилителем формирователя цифровых сигналов кардиологической активности, подключенную к фототранзистору.

Данная известная компьютеризированная система физиологического мониторинга водной среды, выбранная за ближайший аналог, позволяет формировать и регистрировать сигналы кардиологической активности крабов, а также автоматически осуществлять принятие решения о снижении качества контролируемой водной среды на основании изменения параметров кардиологической активности крабов, которое обусловлено происходящим в их организме стрессом, связанным со снижением качества воды.

Использование в данной известной компьютеризированной системе физиологического мониторинга водной среды, выбранной за ближайший аналог, для формирования электрического сигнала датчика кардиологической активности крабов, содержащего источник оптического излучения и приемник оптического излучения, установленные в герметичном корпусе изолированно от контролируемой водной среды, препятствует возникновению нестабильности электрического сигнала и сопровождающего его шума, в том числе, и при значительной электропроводности контролируемой водной среды. Это упрощает последующую обработку сформированного электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды и снижает вероятность ошибочного

принятия решения о состоянии контролируемой воды.

По этой же причине изменение электропроводности контролируемой воды не оказывает влияния на амплитуду электрического сигнала, формируемого датчиком кардиологической активности крабов, что способствует надежной регистрации электрического сигнала компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды и снижает вероятность ошибочного принятия решения о качестве контролируемой воды. Кроме того, это не вызывает необходимости при обработке электрического сигнала использовать в компьютеризированной системе физиологического мониторинга водной среды алгоритмическую компенсацию изменения его амплитуды, вызванного изменением электропроводности воды. Это упрощает конструкцию и снижает стоимость компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, а также упрощает ее эксплуатацию, поскольку не требует периодической калибровки данной системы с использованием воды, имеющей различную электропроводность.

Вместе с тем, используемый в конструкции датчика кардиологической активности крабов, входящего в состав данной компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, герметичный корпус с размещенными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения имеет достаточно значительные массу и габариты. Поэтому размещение такого корпуса с установленными в нем источником оптического излучения и приемником оптического излучения на карапаксе краба, во-первых, может вызвать у этого животного состояние стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой водной среды, а с наличием на карапаксе значительного по массе и габаритам инородного тела. В результате этого при обработке сформированного датчиком электрического сигнала данной известной компьютеризированной системой физиологического мониторинга водной среды может быть принято ошибочное решение о качестве контролируемой воды. Во-вторых, эта же причина может вызвать заболевание и даже гибель тестируемого животного, что приводит к повышению стоимости и усложнению эксплуатации выбранной за ближайший аналог компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, связанными с необходимостью более частой замены тестируемых животных вследствие их заболевания или гибели.

Кроме того, использование в конструкции данной известной компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды проводной линии связи приемника оптического излучения датчика кардиологической активности крабов с усилителем не защищает эту линию связи от неизбежных внешних электрических наводок, которые искажают электрический сигнал кардиологической активности крабов и при его обработке компьютеризированной системой

физиологического мониторинга водной среды могут привести к ошибочному принятию решения о качестве контролируемой водной среды.

Поэтому недостатками известной компьютеризированной системы физиологического мониторинга водной среды, выбранной за ближайший аналог, являются недостаточно высокая достоверность контроля окружающей среды и высокая стоимость и сложность ее эксплуатации.

Задачами настоящей полезной модели являются повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

Поставленные задачи решаются, согласно полезной модели, во-первых, тем, что датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, содержащий, в соответствии с ближайшим аналогом, корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник оптического излучения, отличается от ближайшего аналога тем, что он снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

При этом в качестве источника оптического излучения может быть использован полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, в качестве приемника оптического излучения может быть использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, а корпус может быть выполнен в виде полого цилиндра, и тогда элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного может быть выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом фиксации.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом передающим и приемным оптическими волокнами, установка выходного торца передающего оптического волокна и входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а также установка входного торца передающего оптического волокна и выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения позволяют, с одной стороны, размещать источник оптического излучения и приемник оптического излучения не в корпусе, установленном на теле тестируемого беспозвоночного, а в непосредственной близости от аппаратуры

усиления и обработки сигнала физиологической активности, что обеспечивает снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Такой отказ от размещения источника оптического излучения и приемника оптического излучения внутри корпуса дает возможность использовать негерметичный корпус, имеющий достаточно простую конструкцию, например, в виде полого цилиндра, что приводит к еще большему снижению массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, с одной стороны, уменьшает вероятность возникновения у этого животного состояния стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой окружающей среды, а с наличием на нем инородного тела, в результате чего снижается вероятность принятия системой биологического мониторинга ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды. С другой стороны, уменьшение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, понижает вероятность возникновения заболевания или гибели тестируемого животного, что приводит к снижению стоимости и упрощению эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды ввиду отсутствия необходимости частой замены тестируемых животных.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом приемным оптическим волокном и установка входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта с приемником оптического излучения приводит к тому, что при его эксплуатации такая волоконно-оптическая линия связи абсолютно не подвержена каким-либо электромагнитным наводкам. Это препятствует искажению формируемого электрического сигнала физиологической активности, что существенно снижает вероятность принятия ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды.

Таким образом, указанные отличительные признаки, присущие предлагаемому датчику физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды, в составе которой он используется.

Поставленные задачи решаются, согласно полезной модели, во-вторых, также тем, что система биологического мониторинга окружающей среды, содержащая, в соответствии с ближайшим аналогом, компьютер и, по меньшей мере, один формирователь цифрового сигнала физиологической активности в виде последовательно соединенных датчика физиологической активности беспозвоночных с

жестким наружным покровом, включающего корпус с элементом установки на теле тестируемого беспозвоночного, источник оптического излучения и приемник оптического излучения, усилитель и аналого-цифровой преобразователь, подключенный выходом ко входу компьютера, отличается от ближайшего аналога тем, что ее датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом снабжен передающим и приемным оптическими волокнами, причем выходной торец передающего оптического волокна и входной торец приемного оптического волокна установлены в корпусе, а входной торец передающего оптического волокна и выходной торец приемного оптического волокна установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения.

При этом в качестве источника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом может быть использован полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, в качестве приемника оптического излучения датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом может быть использован фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра, а у датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом корпус может быть выполнен в виде полого цилиндра и тогда элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного может быть выполнен в виде полого цилиндра, охватывающего корпус и снабженного двумя лепестками и винтом фиксации.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом системы биологического мониторинга окружающей среды передающим и приемным оптическими волокнами, установка выходного торца передающего оптического волокна и входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а также установка входного торца передающего оптического волокна и выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта соответственно с источником оптического излучения и с приемником оптического излучения позволяют, с одной стороны, размещать источник оптического излучения и приемник оптического излучения не в корпусе, установленном на теле тестируемого беспозвоночного, а в непосредственной близости, соответственно, от источника питания источника оптического излучения и усилителя, к которым они подключены, что обеспечивает снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Такой отказ от размещения источника оптического излучения и приемника оптического излучения внутри корпуса дает возможность

использовать негерметичный корпус, имеющий достаточно простую конструкцию, например, в виде полого цилиндра, что приводит к еще большему снижению массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного. Снижение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, с одной стороны, уменьшает вероятность возникновения у этого животного состояния стресса, которое связано не с изменением качества контролируемой окружающей среды, а с наличием на нем инородного тела, в результате чего снижается и вероятность принятия системой биологического мониторинга окружающей среды ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды. С другой стороны, уменьшение массы и габаритов элементов, размещаемых на теле тестируемого беспозвоночного, понижает вероятность возникновения заболевания или гибели тестируемого животного, что приводит к снижению стоимости и упрощению эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды ввиду отсутствия необходимости частой замены тестируемых животных.

Снабжение датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом заявляемой системы биологического мониторинга окружающей среды приемным оптическим волокном и установка входного торца приемного оптического волокна в корпусе, а выходного торца приемного оптического волокна с возможностью оптического контакта с приемником оптического излучения обеспечивают возможность размещения приемника оптического излучения непосредственно у усилителя, с которым он имеет гальваническую связь, что при эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды препятствует внешним электрическим наводкам. Это предотвращает искажение формируемого электрического сигнала физиологической активности из-за возможных внешних электрических наводок, что при его обработке системой биологического мониторинга окружающей среды существенно снижает вероятность принятия ошибочного решения о качестве контролируемой окружающей среды.

Таким образом, указанные отличительные признаки, присущие предлагаемой системе биологического мониторинга окружающей среды, обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.

Отмеченное свидетельствует о решении декларированных выше задач настоящей полезной модели, благодаря наличию у заявляемых датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и системы биологического мониторинга окружающей среды перечисленных выше отличительных признаков.

На фиг. 1 показан разрез корпуса и элемента установки на теле тестируемого

беспозвоночного датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, где 1 – корпус, 2 – цилиндр элемента установки, 3 – лепесток элемента установки, 4 – винт фиксации, 5 – передающее оптическое волокно, 6 – приемное оптическое волокно, 7 – выходной торец, 8 – входной торец, 9 – элемент фиксации волокон, 10 – карапакс тестируемого животного, 11 – сердце тестируемого животного в период диастолы и 12 – сердце тестируемого животного в период систолы.

На фиг. 2 показана структурная электрическая схема системы биологического мониторинга окружающей среды, где 13 – формирователь цифрового сигнала физиологической активности, 14 – источник оптического излучения, 15 – приемник оптического излучения, 16 – источник питания источника оптического излучения, 17 – усилитель, 18 – аналого-цифровой преобразователь и 19 – компьютер.

На фиг. 3 показан возможный вариант размещения системы биологического мониторинга окружающей среды в случае использования ее для мониторинга водной среды водоема, где 20 – помост, 21 – контейнер для аппаратуры, 22 – клетка для животного, 23 – щель для оптических волокон и 24 – тестируемое животное.

Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом (см. фиг. 1) содержит корпус 1, который выполнен, например, в виде полого цилиндра, и элемент установки на теле тестируемого беспозвоночного, включающий полый цилиндр 2 элемента установки, охватывающий корпус 1, два лепестка 3 элемента установки, форма и расположение которых соответствуют форме карапакса 10 тестируемого животного в месте предполагаемой установки датчика в области расположения сердца, и винт 4 фиксации, установленный в выполненном в цилиндре 2 элемента установки резьбовом отверстии. Корпус 1, цилиндр 2 элемента установки и лепестки 3 элемента установки могут быть выполнены из металла, стойкого к коррозии, или из полимерного материала. Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом также содержит передающее оптическое волокно 5 и приемное оптическое волокно 6, у которых соответственно выходной торец 7 и входной торец 8 установлены в корпусе 1 и закреплены в нем посредством элемента 9 фиксации волокон, выполненного, например, из отвердевшего эпоксидного клея. В качестве передающего оптического волокна 5 и приемного оптического волокна 6 могут быть использованы, например, оптические волокна, имеющие диаметр от 50 до 500 мкм. Кроме того, датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом содержит (см. фиг. 2) источник 14 оптического излучения, например, полупроводниковый лазер или светодиод, выполненные с возможностью испускания оптического излучения ближнего инфракрасного диапазона спектра, и приемник 15 оптического излучения, например, фотодиод, чувствительный к оптическому излучению ближнего инфракрасного диапазона спектра. Входной торец передающего оптического

волокна 5 и выходной торец приемного оптического волокна 6 установлены с возможностью оптического контакта соответственно с источником 14 оптического излучения и с приемником 15 оптического излучения посредством не показанных на фигурах волоконно-оптических коннекторов, например, марки ST или FC. В качестве источника 14 оптического излучения может быть использован полупроводниковый лазер, например, марки ИЛПН-109М, испускающий оптическое излучение с длиной волны 0,8-0,86 мкм, а в качестве приемника 15 оптического излучения может быть использован фотодиод, например, марки ФД-290, чувствительный к оптическому излучению данного диапазона длин волн.

Система биологического мониторинга окружающей среды содержит компьютер 19, источник 16 питания источника оптического излучения, по меньшей мере, один датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, описанный выше, и, по меньшей мере, один формирователь 13 цифрового сигнала физиологической активности. Формирователь 13 цифрового сигнала физиологической активности содержит источник 14 оптического излучения, входящий в состав описанного выше датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и подключенный к выходу источника 16 питания источника оптического излучения, и последовательно соединенные приемник 15 оптического излучения, входящий в состав описанного выше датчика физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом, усилитель 17 и аналого-цифровой преобразователь 18, подключенный к входу компьютера 19. В качестве компьютера 19 может быть использован персональный компьютер.

Электронную аппаратуру системы биологического мониторинга окружающей среды в случае использования ее для контроля водной среды водоема (см. фиг. 3) размещают, например, в контейнере 21 для аппаратуры на помосте 20, площадка которого расположена выше уровня контролируемой воды, а опоры установлены на суше или в акватории, на дне контролируемого водоема. В этом случае в качестве тестируемых животных 24 используют, например, речных раков, лангустов, крабов, устриц, мидий, ампулярий или некоторые виды унионид. При этом на раковине или на карапаксе 10 тестируемого животного в области расположения сердца устанавливают цилиндр 2 элемента установки с двумя лепестками 3 элемента установки, например, посредством приклеивания последних к раковине или карапаксу 10 тестируемого животного. Для размещения тестируемого животного 24 используют клетку 22 для животного, которая может быть выполнена из металлической или полимерной сетки и снабжена щелью 23 для оптических волокон. Корпус 1 вместе с передающим оптическим волокном 5 и приемным оптическим волокном 6 пропускают через щель 23 для оптических волокон, вставляют корпус 1 в цилиндр 2 элемента установки и

закрепляют его в нем с помощью винта 4 фиксации. Клетку 22 для животного с размещенным в ней одним тестируемым животным 24 располагают на дне контролируемого водоема или на суше, в аквариуме, через который прокачивается вода контролируемого водоема. При необходимости использования в системе биологического мониторинга окружающей среды нескольких тестируемых животных 24 каждое из них размещают в отдельной клетке 22 для животного, обеспечивая при этом отсутствие визуального контакта между тестируемыми животными 24.

В случае использования системы биологического мониторинга окружающей среды на водозаборных станциях водоподготовки тестируемое животное 24 размещают в проточном аквариуме (на фигурах не показан) с водой, поступающей из источника водоснабжения.

Датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и система биологического мониторинга окружающей среды, являющиеся предметами настоящей полезной модели, работают следующим образом.

Оператор системы биологического мониторинга окружающей среды включает питание электронной аппаратуры, входящей в состав данной системы, в том числе, компьютер 19 и источник 16 питания источника оптического излучения. Источник 16 питания источника оптического излучения подает напряжение на источник 14 оптического излучения, который начинает испускать оптическое излучение ближнего инфракрасного диапазона спектра. Это оптическое излучение, пройдя через входной торец передающего оптического волокна 5, распространяется по нему к его выходному торцу 7 и, выходя из выходного торца 7 передающего оптического волокна 5, падает на карапакс 10 тестируемого животного и через него проникает в тело тестируемого животного 24. При этом некоторая часть оптического излучения отражается от карапакса 10 тестируемого животного и его внутренних органов, в том числе, и от сердца. Некоторая часть оптического излучения, отраженного от карапакса 10 тестируемого животного и его внутренних органов, в том числе, и от сердца, попадает во входной торец 8 приемного оптического волокна 6, распространяется по нему и, пройдя через его выходной торец, падает на чувствительную поверхность приемника 15 оптического излучения, который преобразует оптическое излучение в электрический сигнал с амплитудой, пропорциональной падающему световому потоку. В процессе работы сердца тестируемого животного 24 оно периодически изменяет свои объем и форму (см. на фиг. 1 сердце 11 тестируемого животного в период диастолы и сердце 12 тестируемого животного в период систолы), в результате чего границы сердечного мешка смещаются относительно пучка оптического излучения, выходящего из выходного торца 7 передающего оптического волокна 5, и изменяют величину отраженного сердцем светового потока, попадающего во входной торец 8 приемного

оптического волокна 6 и регистрируемого приемником 15 оптического излучения. В результате этого электрический сигнал, сформированный приемником 15 оптического излучения, имеет переменную составляющую, период которой равен периоду сердечных сокращений тестируемого животного 24.

Сформированный приемником 15 оптического излучения электрический сигнал после усиления по мощности усилителем 17 поступает на аналого-цифровой преобразователь 18, который осуществляет с заданной дискретностью по времени преобразование мгновенных значений напряжения электрического сигнала в цифровые коды, поступающие в компьютер 19. Каждый поступивший цифровой код, соответствующий мгновенному значению напряжения электрического сигнала, компьютер 19 заносит в свое запоминающее устройство вместе со значениями текущего времени, когда этот цифровой код поступил. Далее компьютер 19 в соответствии с известными алгоритмами путем, например, сравнения запомненных цифровых кодов определяет два, например, максимальных цифровых кода, ближайших по времени их поступления в компьютер 19. В результате вычисления разности между значениями текущего времени поступления этих максимальных цифровых кодов компьютер 19 определяет период сердечных сокращений тестируемого животного 24 и заносит его значение в свое запоминающее устройство. Таким образом компьютер 19 определяет и запоминает значения периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 за достаточно длительный интервал времени, соответствующий, например, 100-500 периодам сердечных сокращений. Затем компьютер 19 вычисляет, например, среднее арифметическое значение периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 за указанный интервал времени. После этого компьютер 19 вычисляет разность между эталонным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24, которое хранится в запоминающем устройстве компьютера 19 и было получено на этапе калибровки системы биологического мониторинга окружающей среды при регистрации сигнала сердечных сокращений этого же тестируемого животного 24, размещенного в воде высокого качества, и полученным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24. Если полученная разность не превышает установленного для нее порогового значения, хранящегося в запоминающем устройстве компьютера 19, компьютер 19 не формирует сигнала экологической опасности.

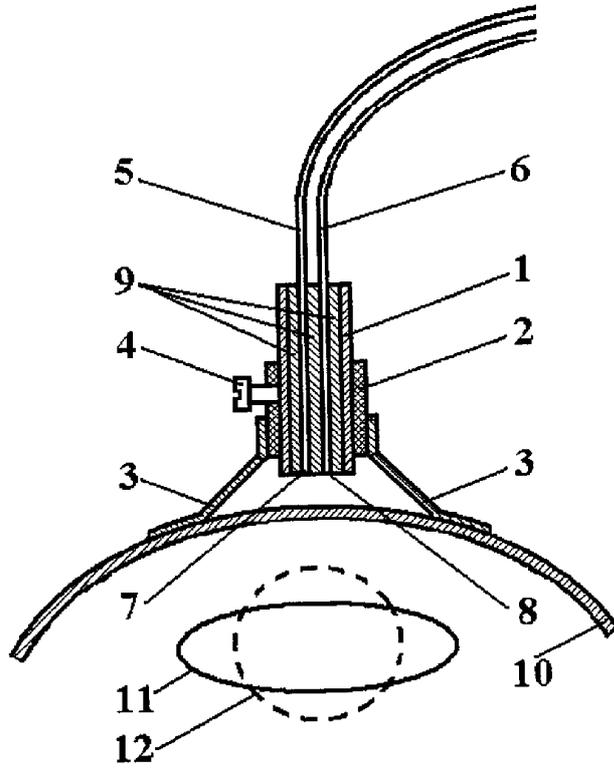
В случае внезапного ухудшения качества контролируемой водной среды организм размещенного в ней тестируемого животного 24 подвергается стрессу, в результате которого период сердечных сокращений тестируемого животного 24 резко и существенно уменьшается. Как показали экспериментальные исследования авторов

настоящей полезной модели, из-за ухудшения качества контролируемой водной среды период сердечных сокращений, например, речных раков *Astacus astacus L.* может уменьшаться в 2-3 раза. В этом случае вычисленная компьютером 19 разность между эталонным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24, которое хранится в запоминающем устройстве компьютера 19 и было получено на этапе калибровки системы биологического мониторинга окружающей среды при регистрации сигнала сердечных сокращений этого же тестируемого животного 24, размещенного в воде высокого качества, и полученным средним арифметическим значением периода сердечных сокращений тестируемого животного 24 при ее сравнении превысит установленное для нее пороговое значение, хранящееся в запоминающем устройстве компьютера 19, и компьютер 19 сформирует сигнал экологической опасности. Информация об экологической опасности отображается оператору системы биологического мониторинга окружающей среды на мониторе компьютера 19. Кроме того, оповещение об экологической опасности персонала может осуществляться сигнализатором экологической опасности, который подключен к компьютеру 19, но на фигурах не показан.

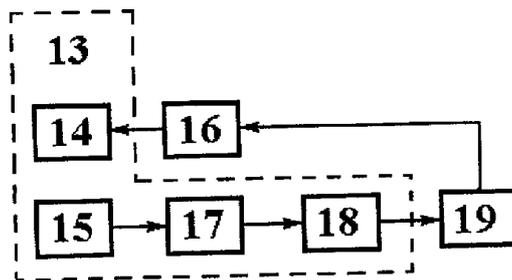
В случае формирования системой биологического мониторинга окружающей среды сигнала экологической опасности осуществляют отбор пробы контролируемой воды для ее последующего химического анализа.

Авторами настоящей полезной модели был разработан опытный образец системы биологического мониторинга окружающей среды с датчиком физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и в апреле-июле 2005 года испытан в натуральных условиях для целей контроля водной среды с использованием речных раков в качестве тестируемых животных, а также для целей контроля воздушной среды с использованием виноградных улиток и ахотин в качестве тестируемых животных. Испытания показали достаточно высокую эффективность использования системы биологического мониторинга окружающей среды с датчиком физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом для повышения достоверности контроля качества компонентов окружающей среды.

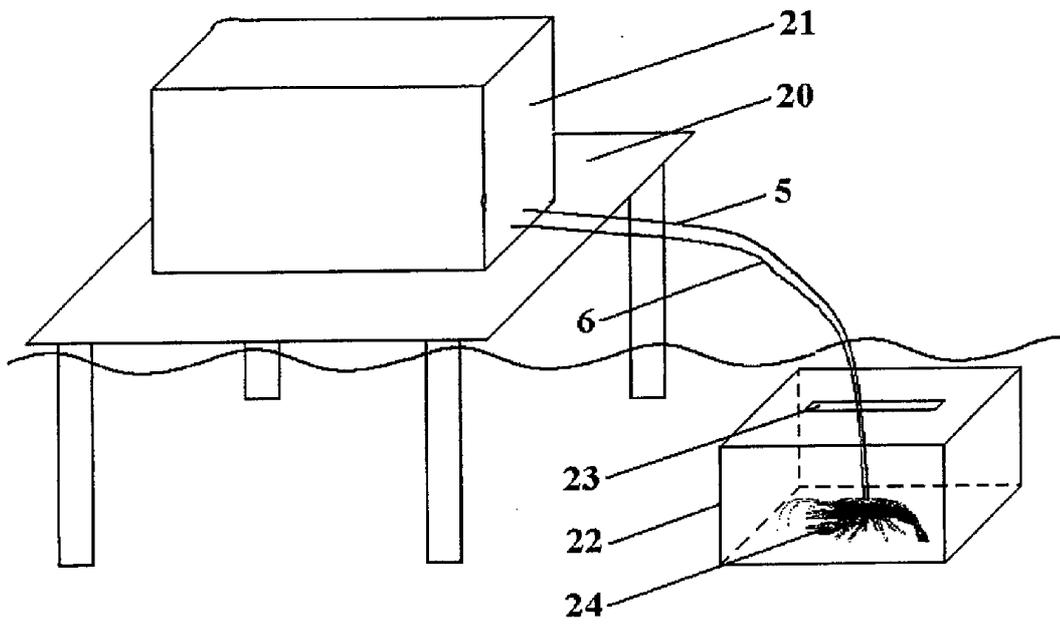
Таким образом, датчик физиологической активности беспозвоночных с жестким наружным покровом и система биологического мониторинга окружающей среды обеспечивают повышение достоверности контроля окружающей среды и снижение стоимости и упрощение эксплуатации системы биологического мониторинга окружающей среды.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3