

Journal of Scientific Papers “Social development & Security”
home page: <https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/>

Olena Azarenko, Yuliia Honcharenko, Mykhailo Diviziniuk, Yevhen Ivanov, Volodymyr Mirnenko, Oleksandr Farrakhov (2019) Propozytsii shchodo zapobihannia nadzvychainykh sytuatsii, vyklykane poshyrenniam antropohennykh zabrudnen u vodnii seredovyshchi. [Proposals to prevent emergencies caused by the spread of anthropogenic pollution in the aquatic environment]. *Social development & Security*. 9 (4), 165 – 181. DOI: <http://doi.org/10.33445/sds.2019.9.4.13>

Предложения по предупреждению чрезвычайных ситуаций, вызванных распространением антропогенных загрязнений в водной среде

Елена Азаренко *, Юлия Гончаренко **, Михаил Дивизинюк *, Евгений Иванов ****, Владимир Мирненко *****, Александр Фаррахов *******

* *Национальный авиационный университет,
пр-кт Космонавта Комарова, 1, г. Киев, 030058, Украина,
e-mail: fkkri@nau.edu.ua,
д.ф.-м.н., профессор,
декан факультета*

** *Европейский университет,
б-р Академика Вернадского, 16В, г. Киев, 03142, Украина,
e-mail: vup@e-u.in.ua,
д.т.н., доцент,
профессор кафедры*

*** *Институт геохимии и окружающей среды НАН Украины,
пр-кт Академика Палладина, 34а, г. Киев, 03142, Украина,
e-mail: diviziniuk@ukr.net,
д.ф.-м.н., профессор,
заведующий отделом*

**** *Национальный университет гражданской защиты Украины,
ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, 61023, Украина,
e-mail: gekaivanov198921@gmail.com,
преподаватель*

***** *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com,
д.т.н., профессор, Заслуженный работник образования Украины,
заведующий кафедры*

***** *Институт геохимии и окружающей среды НАН Украины,
пр-кт Академика Палладина, 34а, г. Киев, 03142, Украина,
e-mail: farrakhov@ukr.net,
к.т.н.,
ведущий научный сотрудник*

**Article history:**

Received: June, 2019

1st Revision: July, 2019

Accepted: August, 2019

Аннотация: В данной работе рассматриваются предложения предупреждения чрезвычайных ситуаций, вызванных попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде, посредством модернизации лабораторной установки с последующим построением систем оперативного контроля сбрасываемых технологических вод.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи. Первоначально рассмотреть возможность модернизации лабораторной установки по обнаружению антропогенных примесей в реальных корабельных условиях на научно-исследовательском судне в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций, вызванных попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде. Затем дать описание предлагаемого обнаружителя антропогенных загрязнений в водной среде и рассмотреть его использование в качестве одиночного зонда и основного элемента системы мониторинга водной среды. После чего предложить вариант оперативного контроля сбрасываемых технологических вод.

Система оперативного контроля сбрасываемых технологических вод включает набор акустических измерительных устройств, установленных в точках водозабора и водосброса, которые подключены по линиям телекоммуникаций к переносному компьютеру, где осуществляется регистрация измерений скорости звука, соответствующих чистой воде, воде содержащей примеси выше и ниже предельно допустимых концентраций.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, антропогенное загрязнение, водная среда, технологические воды.

Библ.: 16, табл. 1, рис. 7.

1. Формулирование проблемы

1.1. Анализ последних исследований и публикаций

Наша Земля – голубая планета, три четверти поверхности которой покрыто водой. Эта морская водная среда, которую принято называют Мировым Океаном оказывает огромное влияние как на жизнь отдельного индивида, так и всего человечества. Состояние Мирового Океана формирует климат на планете, определяет водные транспортные коммуникации, создает условия для использования морских богатств и решения множества других задач [1-5]. Оно, состояние Мирового Океана, определяется набором факторов, одним из которых является загрязнение нефтепродуктами и другими антропогенными примесями [6-10]. Этому способствуют аварии различных водных транспортных средств, в том числе танкеров, перевозящих нефть, катастрофы на буровых платформах, добывающих углеводороды и другие полезные ископаемые в открытом море, а также чрезвычайные ситуации, происходящие на прибрежных нефтяных терминалах, очистных сооружениях и других промышленных объектах [11-13]. Не смотря на тенденцию среднестатистического уменьшения числа этих аварий и катастроф, негативные экологические последствия воздействия подобного антропогенного воздействия устойчиво возрастают.

Украина морская держава. Ее территория омывается Черным и Азовским морями, в водах которых регулярно происходят чрезвычайные ситуации, вызванные попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде. Эффективность ликвидационных мероприятий, а главное предупреждения этих ситуаций определяется своевременностью обнаружения

антропогенных загрязнений в водной толще, где они скрытно распространяются и внезапно поражают рекреационное побережье.

С этих позиций исследование проблем, связанных с своевременным обнаружением антропогенных загрязнений, попадающих в воду, является актуальной научной задачей.

1.2. Постановка задания

Целью данной работы является разработка предложений в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций, вызванных попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи. Первоначально рассмотреть возможность модернизации лабораторной установки по обнаружению антропогенных примесей в реальных корабельных условиях на научно-исследовательском судне (НИС) в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций, вызванных попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде. Затем дать описание предлагаемого обнаружителя антропогенных загрязнений в водной среде и рассмотреть его использование в качестве одиночного зонда и основного элемента системы мониторинга водной среды. После чего предложить вариант оперативного контроля сбрасываемых технологических вод.

Объектом исследования есть процесс предупреждению чрезвычайных ситуаций, вызванных распространением антропогенных загрязнений в водной среде

2. Изложение основного материала

2.1. Лабораторная установка на научно-исследовательском судне

Идея, положенная в создание лабораторной установки, состояла в следующем. Необходимо было одновременно выполнить измерения скорости звука прямым и косвенным методами и сопоставить полученные результаты. На научно-исследовательских судах «Измаил», «Краб», «Трепанг», «Водяницкий» имелись опускаемые комплексы для проведения океанологических исследований [14, 15]. В состав этих комплексов входил опускаемый герметичный контейнер, в котором располагались предварительные усилители, система стабилизации и другие радиоэлектронные устройства. К контейнеру с помощью специального разделочного устройства крепился кабель-трос, который обеспечивал опускание контейнера на глубину и подъем на борт судна. На открытой площадке опускаемого контейнера располагались антенны и измерительные устройства различных приборов. На этой площадке располагались измерительные устройства приборов, реализующих прямой фазовый метод измерения скорости звука. Это «Береста» и «Жгут», которые установлены на разных судах. Измерительные устройства приборов «Береста» и «Жгут» однотипны и представляет собой цилиндрический металлический корпус, имеющий длину 530 мм, диаметр 100 мм, который крепится к корпусу

контейнера. На фиксированном расстоянии 300 мм в металлический корпус монтируются излучающая и приемная акустическая антенна. Ее расположение таково, что обеспечивается свободный проток морской воды через открытую площадку контейнера. Эти приборы обеспечивают измерение скорости звука в диапазоне 1440-1540 м/с. Индикация измерений осуществляется стрелочным прибором (индикатором), который работает в режиме грубой индикации (точность измерений от 0,5 до 1,0 м/с), и точкой индикации (от 0,005 до 0,01 м/с). Кроме этого, результаты измерений при погружении контейнера графически отображаются на регистраторах-самописцах.

Кроме этих приборов на судах имелись погружаемые зонды-профилемеры ПИТ (ПИТ-1, ПИТ-2), которые могли использоваться как самостоятельно, так и в составе океанологического комплекса. Они предназначались для решения двух задач: первая – определение профиля температуры и электропроводности морской воды и измерение их с глубиной. Вторая – пересчет по данным температур, солености (электропроводности), значений скорости звука и их изменений с глубиной. Погружаемая часть, непосредственно погружаемый зонд, оснащен датчиками температуры (ПИТ); температуры и электропроводности (ПИТ-1); температуры, электропроводности и гидростатического давления (ПИТ-2). В первых двух зондах глубина погружения достигала 100 м и определялась длиной вытравленного кабель-троса. В третьем зонде глубина погружения определялась датчиком гидростатического давления и составила до 120 м. Во всех трех приборах определение температуры и электропроводности осуществляется стрелочными приборами, в третьем (ПИТ-2) результаты измерений так же отражаются на регистраторах-самописцах типа КС-4

Новая лабораторная установка предусматривала размещение на открытой площадке опускаемого контейнера измерительных устройств, реализующих косвенный метод измерения скорости звука, как показано на рис.1.

Обнаружения объемных антропогенных загрязнений, попадающих в воду, с использованием этой лабораторной установки осуществляется посредством специально разработанной методики. Она предусматривает три основных этапа. Первое – выполнение косвенных измерений скорости звука. По результатам значений температуры воды, ее солености (электропроводности) получаем первый профиль скорости звука на всю глубину погружения контейнера, если отсутствуют ограничения, обусловленные глубиной моря в районе выполнения замеров.

Второе – выполнение измерений прямым измерителем скорости звука. Они проводятся одновременно с косвенными измерениями, во время погружения контейнера на глубину.

Третье – это сравнение полученных данных, где по разнице полученных результатов определяется местонахождение антропогенного объемного загрязнения и определение его параметров.

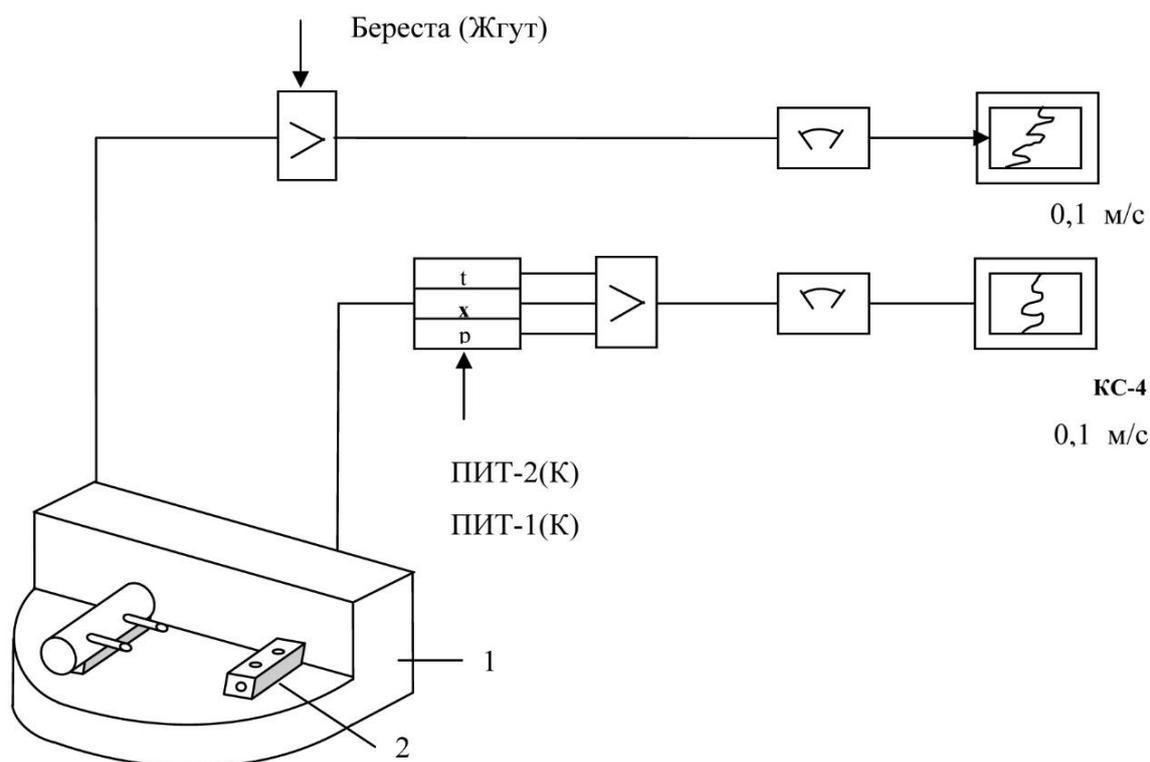


Рис. 1. Схема модернизированной лабораторной установки:
1 – корпус герметичного контейнера, 2 – датчики температуры,
электропроводности, гидростатического давления

Если результаты измерений будут отображаться на самописцах, то результат будет отображаться в графическом виде. При отсутствии объемных антропогенных загрязнений, профили, полученные прямыми и косвенными методами, будут идентичны. В случае наличия объемного антропогенного загрязнения на глубине, результаты этих измерений будут отличаться. Чем выше будет концентрация антропогенной примеси, тем больше будут отклонения в профиле, полученном прямыми измерениями по сравнению с профилем, полученном косвенными измерениями (рис.2).

Известен случай обнаружения объемного эмульгированного загрязнения во время аварии нефтеналивного судна в Северо-западной части Черного моря [16]. Судно стало на якорь. Из его танков вытекало дизельное топливо, которые на поверхности водной среды, образовали сплошное нефтяное загрязнение. Вследствие интенсивного волнения водной поверхности (высота волн от восточного ветра составляла 1,2-1,5 м), оно полностью исчезало с водной поверхности на удалении 10-15 миль. Предполагалось, что при этом поверхностное нефтяное загрязнение переходило в эмульгированное объемное, распространяющееся в деятельном слое морских вод.

В интересах обеспечения экологической безопасности Северо-западной части Черного моря НИС был произведен гидрологический разрез. Он выполнялся последовательным зондированием (погружением зонда ПИТ-2) косвенным измерителем скорости звука, а затем прямым измерителем скорости

звука в водной среде, путем погружения опускаемого контейнера океанологического комплекса, как показано на рис.3.

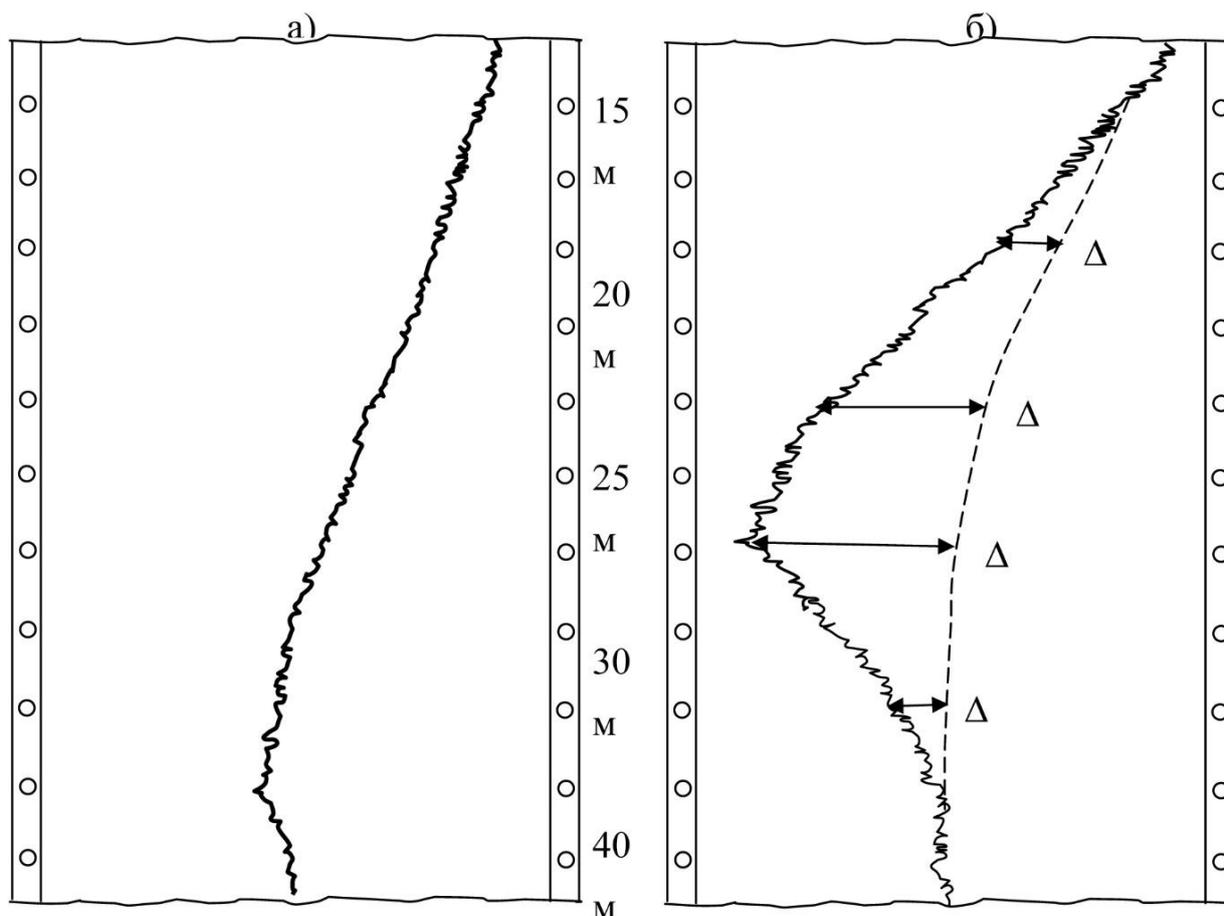


Рис. 2. Рекордограммы измерений скорости звука:
а) косвенного измерителя (ПИТ-2); б) прямого («Жгут»)

Результаты измерений приведены в таблице 1. По результатам гидрологического разреза можно было определить параметры объемного загрязнения и осуществить контроль его перемещения в деятельном слое вод Черного моря. Графическая интерпретация результатов гидрологического разреза представлена на рис. 4, где четко можно определить границы нефтяного эмульгированного загрязнения (изолинии 0,5 м/с), его основную часть (изолинии 1,0 м/с) и эпицентр (изолинии 3 м/с).

Выполнение подобного гидрологического разреза показывает качественную картину объемного антропогенного загрязнения. В случае, если бы подобный разрез выполнялся модернизированной лабораторной установкой, он был бы выполнен оперативно (в более короткий срок) и точность полученных данных было бы намного выше.

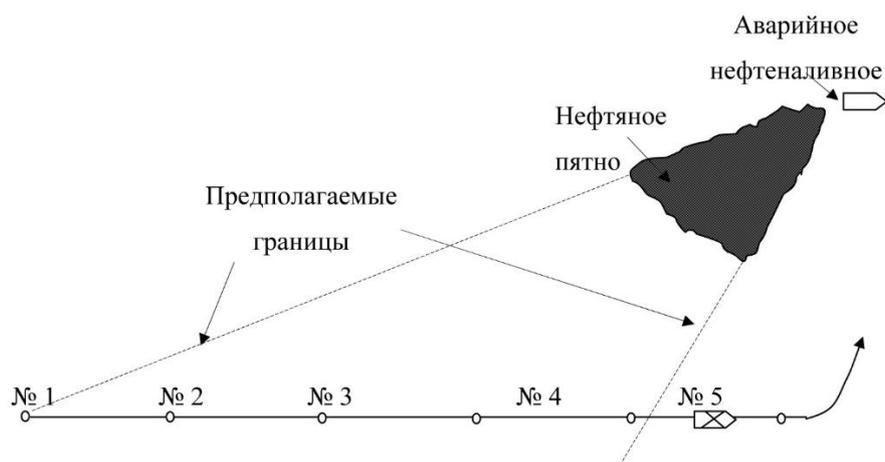


Рис.3. Схема выполнения гидрологического разреза

Таблица 1

Результаты гидрологического зондирования

	№1	№2	№3	№4	№5	№6
10	- 0,1	- 0,2	- 0,5	- 0,4	- 0,2	- 0,1
15	- 0,2	- 0,5	- 0,8	- 1,2	- 0,4	- 0,1
20	- 0,5	- 0,9	- 1,3	- 1,5	- 0,8	- 0,1
25	- 0,7	- 0,9	- 1,5	- 2,4	- 1,2	+ 0,1
30	- 0,6	- 1,2	- 2,3	- 3,0	- 1,8	+ 0,1
35	- 0,5	- 1,7	- 1,5	- 2,4	- 2,2	- 0,1
40	- 0,2	- 0,6	- 1,2	- 1,8	- 1,5	- 0,1
45	+ 0,1	- 0,3	- 0,5	- 1,2	- 0,8	- 0,0
50	+ 0,2	- 0,1	- 0,2	- 0,6	- 0,5	- 0,1
55	- 0,2	- 0,1	- 0,1	- 0,4	- 0,2	- 0,1
60	- 0,3	+ 0,1	+ 0,1	- 0,1	- 0,1	+ 0,1
65	- 0,1	+ 0,2	- 0,1	+ 0,1	- 0,2	- 0,1

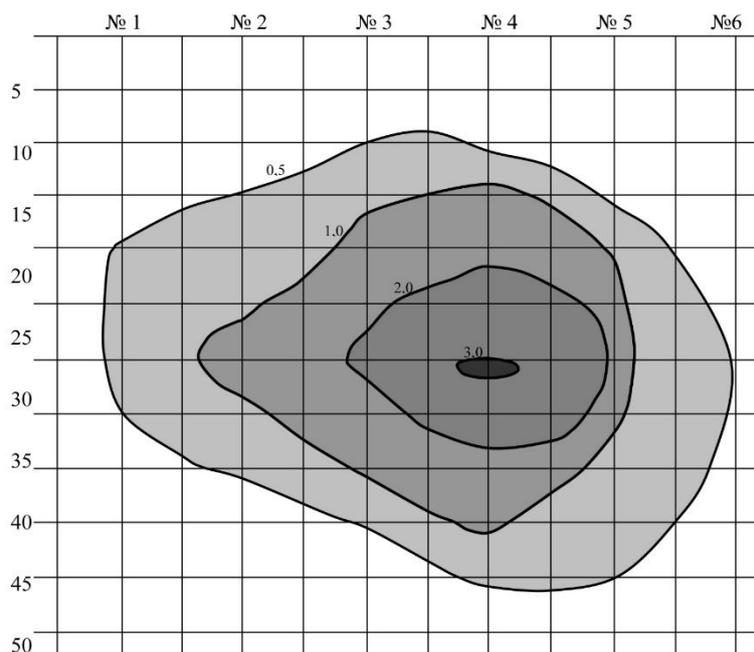


Рис. 4. Схема антропогенного загрязнения по результатам разреза

2.2. Описание предлагаемого обнаружителя антропогенных загрязнений в водной среде

Предполагаемый обнаружитель антропогенных загрязнений представляет собой комбинацию прямого и косвенного измерителей скорости звука.

Прямой измеритель скорости типа ИИСЗ или датчик ИИСЗ представляет собой металлическую конструкцию в виде параллелепипеда наибольшая грань которого равна 70 мм, а наименьшая 40 мм. С одной стороны, имеется вырез, который образует измерительную базу длиной 50 мм. В верхнюю часть выреза вмонтирован приемоизлучающий пьезоэлектрический элемент, а в нижнюю часть – регулируемый акустический отражатель. Регулировка отражателя осуществляется на измерительном стенде в период изготовления или капитального ремонта измерителя ИИСЗ. В корпус датчика вмонтирован кварцевый импульсный генератор, управляющий процессор и трансляционный усилитель, который обеспечивает согласование и трансляцию результата измерений в блок сравнения измерений. В верхней части датчика имеется специальный разъем, который обеспечивает подключение питающего и информационного кабелей. Измерение скорости звука определяется временем прохождения измерительного импульса через фиксированную измерительную базу. Синхронизацию измерений обеспечивает кварцевый генератор. Результат измерения, получается, посредством осреднения серии импульсов в течение 1, 2, 5 и 10 секунд. Частота следования измерительных импульсов до сотен килогерц, а частота излучаемых сигналов до десятков гигагерц. Паспортная точность измерений скорости звука до 10^{-3} м/с. Питающее напряжение 6В. Корпус датчика имеет монтажные нарезные отверстия под винты, посредством которых обеспечивается установка и крепление датчика ИИСЗ в других конструкциях и устройствах. Датчик ИИСЗ обеспечивает измерение при любой ориентации датчиков в пространстве. Это, в свою очередь, позволяет его размещать так, чтобы обеспечить наиболее удачную компактную или эргономичную конструкцию.

Косвенный измеритель скорости или датчик STD (соленость, температура, давление) по аналогии с ИИСЗ взят из действующих измерителей скорости звука, используемых в океанологии. В нем один главный измерительный канал T – температуры и два вспомогательных: C – соленость и D – давление.

Основной измерительный канал температуры обеспечивается температурным датчиком. Внешне он представляет собой металлическую подложку, диаметром 10 мм, толщиной около 3,5 мм, на которой размещается выступ высотой 5 мм и диаметром 5 мм. Эта конструкция выполнена цельной из сплава. Ее особенность состоит в том, что удельное электрическое сопротивление изменяется от температуры. В нижней части имеются два вывода, посредством которых он включается в измерительный мост. При сбалансированных элементах измерительного моста электрический ток, протекающий в одном из плеч, уравнивается электрическим током, протекающим в другом. При изменении температуры окружающей среды изменяется температура датчика T и его удельное электрическое сопротивление.

В результате нарушается равновесие и через измерительный мост начинает протекать электрический ток, величина которого пропорциональна изменению температуры окружающей среды. Использование микропроцессора со встроенным аналого-цифровым преобразователем обеспечивает измерение температуры воды с точностью до 10^{-3} градуса по Цельсию (паспортные данные).

Датчик *С* – солености представляет собой диэлектрическую пластину диаметром 15 мм, толщиной 10 мм, через которую проходит два электрода, которые подключаются к измерительному мосту. Фактически измеряется электропроводность морской воды, как электролита. Проводимость электролита изменяется в зависимости от концентрации растворенных в нем солей. Другими словами, при изменении солености морской воды будет изменяться удельное электрическое сопротивление между электродами, включенными в измерительный мост. Как следствие, будет изменяться суммарный электрический ток, протекающий в нем, величина которого будет пропорциональна солености морской воды. Использование в измерительной схеме аналого-цифрового преобразователя и микропроцессора позволяют измерять соленость морской воды до 10^{-2} промилле (паспортные данные).

Датчик *Д* – давления представляет конструкцию, выполненную из специального гигроскопичного сплава. Его диаметр 10 мм, а толщина 12 мм. Его удельное электрическое сопротивление изменяется в зависимости от гидростатического давления. При его изменении так же изменяется величина суммарного электрического тока в измерительном мосту. Использование аналого-цифрового преобразователя и микропроцессора позволяет производить измерение гидростатического давления, а то, в свою очередь, пересчитывать в глубину погружения косвенного измерителя скорости звука до 10^{-1} м (паспортные данные).

Все три датчика монтируются с разных сторон в один цельный металлический корпус, выполненный в форме параллелепипеда. Наибольшее ребро равно 70 мм, среднее – 50 мм, наименьшее – 20 мм. Внутри корпуса располагаются многофункциональный микропроцессор, аналогово-цифровой преобразователь, электронный коммутатор и согласующие усилители. В верхней части СТД – датчика имеется специальный разъем, с помощью которого производится подключение питающего и информационно измерительного кабелей. Питающее напряжение 6 В.

В режиме нормальной работы с интервалом 1,2 и 5 секунд по команде процессора производится подключение и съем измерительной информации с датчиков температуры, солености и давления. По полученным данным процессор, реализующий эмпирическую формулу Вильсона (зависимость скорости распространения звука от температуры, солености и глубины измерений) с дискретностью 4,7 и 16 секунд. Он обеспечивает расчет и трансляцию результата измерений в блок сравнения измерений. Расчетная точность измерений скорости звука датчиком СТД составляет 10^{-3} м/с (относительная точность измерений).

Для обнаружителя антропогенных загрязнений был определен измерительный объем, равный кубическому дециметру (литру). Полагалось, что

подобный объем можно считать единичным с одной стороны, с другой он должен обеспечивать свободное обтекание измерителей током морской воды, где и происходит обнаружение антропогенных загрязнений. Третье требование: внутри этого объема свободно могут располагаться соединительные разъемы, обеспечивающие связывание его в гирлянду. На рис. 5 представлен вариант подобной конструкции.

Это ажурный металлический куб со стороной 100 мм. В нем имеется 12 металлических ребер, обеспечивающие жесткую конструкцию, внутри которой крепятся прямой и косвенный измерители скорости звука.

Он так же обеспечивает крепление кабель-троса в верхней и нижней части для формирования гирлянды обнаружителей антропогенных загрязнений. Предлагается два варианта использования датчика-обнаружителя антропогенных загрязнений. Первый – в качестве измерительного зонда. Второй – в качестве структурного элемента системы мониторинга вод, которая использует навигационный буй, веху или швартовную бочку. В свою очередь эти устройства состоят из плавающей (поверхностной) части и якорной системы, которая обеспечивает их фиксацию в определенной точке акватории. Сам структурный элемент структуры мониторинга состоит из поверхностной и погружаемой частей. Погружаемая часть включает один или несколько обнаружителей антропогенных загрязнений, соединенных кабель-тросом в гирлянду, как показано на рис.6.

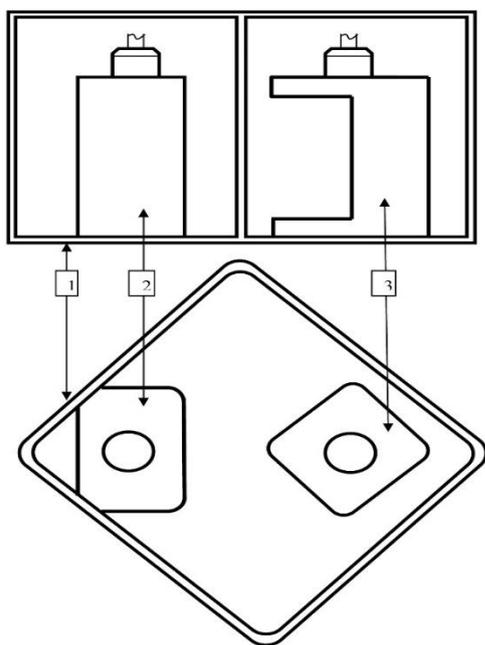


Рис. 5. Схема датчика-обнаружителя антропогенных загрязнений: 1 – ажурная металлическая конструкция; 2 – датчик ИИСЗ (прямой измеритель скорости звука); 3 – датчик STD (косвенный измеритель скорости звука).

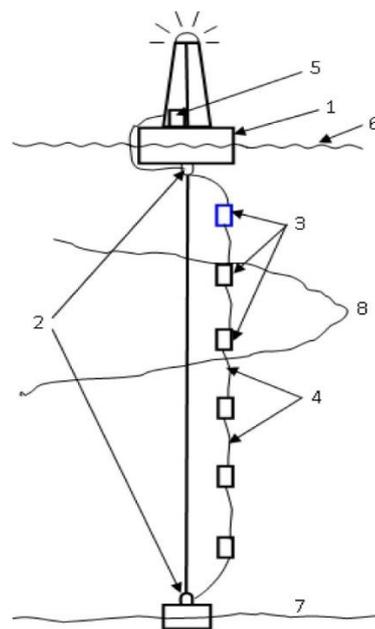


Рис. 6. Схематическое изображение структурного элемента системы мониторинга вод: 1 – навигационный буй; 2 – якорная система (рым, якорный трос, мертвый якорь); 3 – одиночные измерительные элементы; 4 – кабельный трос; 5 – герметичный управляющий модуль; 6 – водная поверхность; 7 – морское дно; 8 – границы объемного эмульгированного нефтяного загрязнения.

Поверхностная часть основного элемента структурного элемента системы мониторинга заключена в герметичном управляющем модуле. В него входит блок питания, состоящий из систем энергоёмких аккумуляторных батарей, и блок управления, который, обеспечивает отключение или подключение составных частей структурного элемента энергосбережения и, соответственно, позволяет увеличить время работы всего структурного элемента. Предварительные расчеты показывают, что при использовании вех и навигационных бுவ элемент системы мониторинга может работать от 36 до 48 месяцев.

2.3. Вариант системы оперативного контроля сбрасываемых технологических вод.

В основе любых измерителей скорости звука используются пьезоэлектрические датчики, которые предназначены для преобразования быстропеременного и импульсного давления в электрический сигнал и наоборот. Сегодня существует достаточно большое число пьезоэлектрических датчиков используемых для регистрации гидроакустических волн. Это финские датчик типа В-Band, голландские типа VST и AST, немецкие типа MI и множество других их габариты соизмеримы с копеечной монетой и могут быть использованы для комплектации самих измерителей скорости звука. На мировом метрологическом рынке так же имеется достаточно большое количество малогабаритных измерителей скорости звука, которые имеют достаточно высокий класс точности при достаточно малых размерах от одной сигнальной коробки до пяти – десяти. Здесь габариты измерителей определяются так же соединительными разъемами, с помощью которых датчик крепится к основному устройству, к нему подводится электропитание и снимается принятый (преобразованный) электрический сигнал. В герметичную капсулу измерителя помещен микропроцессор, который управляет работой измерительного генератора, генерирующего излучаемый сигнал, а так же производит первичную обработку данных и вычисляет измеренное значение скорости звука.

Необходимо также добавить, что диапазон измеряемых скоростей этих устройств 1400 – 1600 м/с, абсолютная погрешность $\pm 0,1$ м/с, а относительная погрешность или чувствительность измерений $\pm 0,01$ м/с. Вариант системы мониторинга сбрасываемых вод представлен на рис. 7.

Данное устройство может быть установлено в трубе (водоводе) по которой осуществляется водосброс и подключено к центральному процессору (ноутбуку), где будут осуществляться соответствующая регистрация данных. Выполнив калибровку измерителя для различных температур и концентраций антропогенных примесей, будут получены диапазоны «чистых» значений скорости звука. Будут также получены «критические» значения скорости звука, соответствующие предельно допустимым концентрациям (ПДК) антропогенных примесей, и «закритические» значения скорости звука, превышающие ПДК.

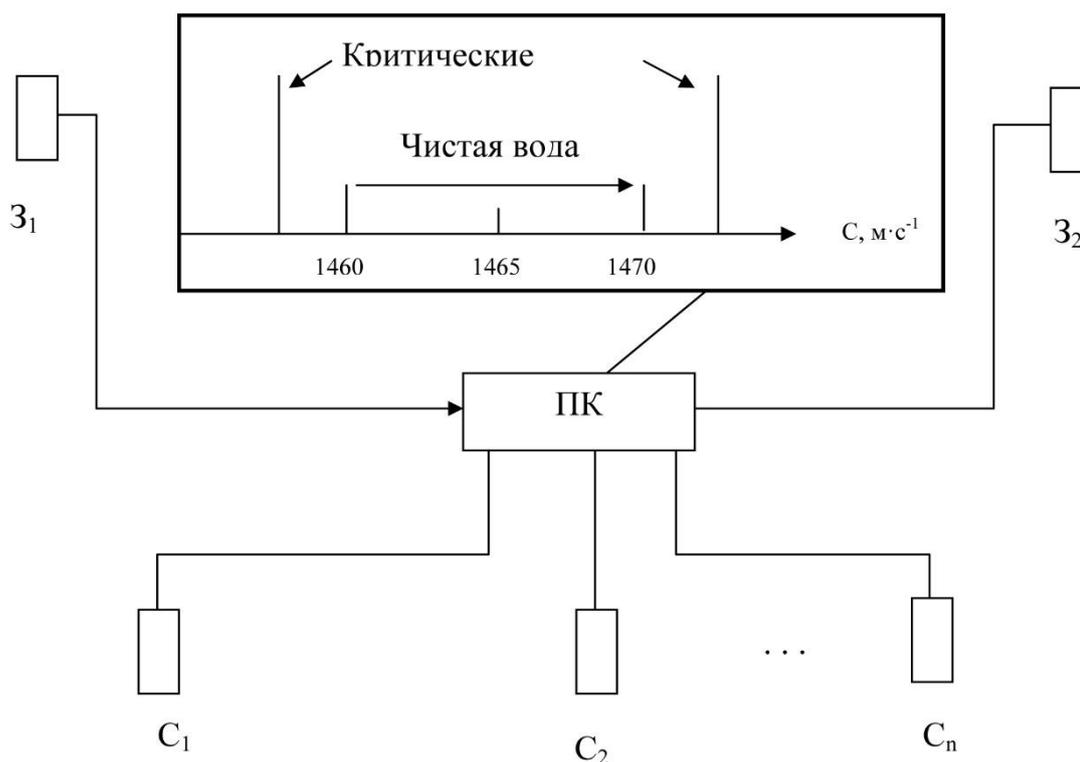


Рис. 7. Схема системы оперативного контроля сбрасываемых технологических вод

ПК – переносной компьютер,

Z₁, Z₂ – акустические устройства в точках водозабора,

C₁, C₂, ... C_n – акустические устройства в точках водосброса.

Измерительные устройства могут также устанавливаться в коллекторах, отстойных бассейнах, других конструкциях очистных сооружений в зависимости от масштабов производства и их специфики.

Выводы и перспектива

1. Новая лабораторная установка, размещенная на научно-исследовательском судне в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций, вызванных попаданием и распространением антропогенных загрязнений в водной среде, предусматривает монтаж косвенного измерителя скорости звука на опускаемой платформе океанологического комплекса. Это обеспечит одновременное измерение вторичных параметров водной среды, реализуемых прямыми и косвенными измерениями, которые позволят обнаружить объемные антропогенные загрязнения, распространяющиеся в водной толще, и принять меры по недопущению экологических катастроф на рекреационном побережье.

2. Предлагаемый обнаружитель антропогенных загрязнений в водной среде представляет собой ажурный металлический куб со стороной 100 мм, внутри которого крепятся прямой (датчик ИИСЗ) и косвенный (СТД – датчик) измерители скорости звука. Он может использоваться в двух вариантах. Первый

– в качестве измерительного зонда, погружаемого с любого корабля или плавсредства. Второй – в качестве структурного элемента системы мониторинга вод, которая использует навигационный буй, вежу или швартовную бочку. Основным структурным элементом состоит из погружаемой части (измерительной гирлянды), кабель-троса и герметичного модуля, в котором размещены блок питания, основной процессор, радиопередающее и радиоприемное устройства.

3. Система оперативного контроля сбрасываемых технологических вод включает набор акустических измерительных устройств, установленных в точках водозабора и водосброса, которые подключены по линиям телекоммуникаций к переносному компьютеру, где осуществляется регистрация измерений скорости звука, соответствующих чистой воде, воде содержащей примеси выше и ниже предельно допустимых концентраций.

Author details (in Ukrainian)

Пропозиції щодо запобігання надзвичайних ситуацій, викликане поширенням антропогенних забруднень у водній середовищі

Олена Азаренко *, Юлія Гончаренко **, Михайло Дівізінюк *, Євген Іванов ****, Володимир Мірненко *****, Олександр Фаррахов *******

** Національний авіаційний університет,
пр-кт Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 030058, Україна,
e-mail: fkkri@nau.edu.ua,
д.ф.-м.н., професор,
декан факультету*

*** Європейський університет,
б-р Академіка Вернадського, 16В, г. Київ, 03142, Україна,
e-mail: vip@e-u.in.ua,
д.т.н., доцент,
професор кафедри*

**** Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України,
пр-кт Академіка Палладіна, 34а, г. Київ, 03142, Україна,
e-mail: divizinyuk@ukr.net,
д.ф.-м.н., професор,
завідувач відділом*

***** Національний університет цивільного захисту України,
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023, Україна,
e-mail: gekaivanov198921@gmail.com,
викладач*

****** Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,
пр-кт Повітрофлотський, 28, г. Київ, 03049, Україна,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com,
д.т.н., професор, Заслужений працівник освіти України,
завідувач кафедри*

***** *Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України,
пр-кт Академіка Палладіна, 34а, г. Київ, 03142, Україна,
e-mail: farrakhov@ukr.net,
к.т.н.,
провідний науковий співробітник*

Анотація: У даній роботі розглядаються пропозиції щодо попередження надзвичайних ситуацій, викликаних надходженням та поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі, за допомогою модернізації лабораторної установки з наступною побудовою систем оперативного контролю скидання технологічних вод.

Для досягнення поставленої мети, треба вирішити такі завдання. Спочатку розглянути можливість модернізації лабораторної установки з виявлення антропогенних домішок в реальних корабельних умовах на науково-дослідному судні в інтересах попередження надзвичайних ситуацій, викликаних попаданням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі. Потім надати опис запропонованого детектора антропогенних забруднень у водному середовищі і розглянути його використання в якості одиночного зонда та основного елемента системи моніторингу водного середовища. Після чого запропонувати варіант оперативного контролю технологічних вод, що скидаються.

Система оперативного контролю технологічних вод, що скидаються, включає набір акустичних вимірювальних пристроїв, встановлених в точках водозабору і водоскиду, які підключені по лініях телекомунікацій до переносного комп'ютера, де здійснюється реєстрація вимірів швидкості звуку, відповідних чистій воді, воді, яка містить домішки вище і нижче гранично допустимих концентрацій.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, антропогенне забруднення, водне середовище, технологічні води.

Библ.: 16, табл. 1, рис. 7.

Author details (in English)

Proposals to prevent emergencies caused by the spread of anthropogenic pollution in the aquatic environment

Olena Azarenko *, Yuliya Goncharenko **, Mykhailo Divizinyuk *, Eugene Ivanov ****, Volodimir Mirnenko *****, Oleksandr Farrakhov *******

** National Aviation University,
1, Kosmonavta Komarova, ave, Kyiv, Ukraine, 03058,
e-mail: fkkpi@nau.edu.ua,
Doctor of Physics and Mathematics, Professor,
Dean of the Faculty*

*** European University,
16B, Academician Vernadsky, ave, Kyiv, Ukraine, 03142,
e-mail: vup@e-u.in.ua,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Professor of the department*

**** Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine,
34a, Akademika Palladina, ave, Kyiv, Ukraine, 03142,
e-mail: divizinyuk@ukr.net,
Doctor of Physics and Mathematics, Professor,
Head of department*

**** *National University of Civil Defence of Ukraine,
94 Chernyshevska Str. Kharkiv 61023 Ukraine,
e-mail: gekaivanov198921@gmail.com,
Teacher*

***** *The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy,
Povitroflotsky Ave., 28, Kyiv, Ukraine, 03049,
e-mail: mirnenkovi@gmail.com,
Doctor of Technical Sciences Professor, Honored Worker of Education of Ukraine,
Head of department*

***** *Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine,
Akademika Palladina, 34a, Kyiv, Ukraine, 03142,
e-mail: farrakhov@ukr.net,
Ph.D.,
Leading Researcher*

Abstract: This paper considers proposals for the prevention of emergencies caused by the ingress and spread of anthropogenic pollution in the aquatic environment, through the modernization of the laboratory installation, followed by the construction of operational control systems for discharged process water.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks. Initially, consider the possibility of modernizing a laboratory installation for the detection of anthropogenic impurities in real ship conditions on a research vessel in the interest of preventing emergencies caused by the ingress and spread of anthropogenic pollution in the aquatic environment. Then give a description of the proposed detector of anthropogenic pollution in the aquatic environment and consider its use as a single probe and the main element of the monitoring system of the aquatic environment. Then offer the option of operational control of discharged process water.

The operational control system for discharged process water includes a set of acoustic measuring devices installed at the points of water intake and spillway, which are connected via a telecommunication line to a laptop computer, where measurements of sound velocity corresponding to pure water, water containing impurities above and below the maximum permissible concentrations are recorded.

Keywords: emergency, man-made pollution, aquatic environment, process water.
References 16, tables 1, figures 7.

Используемая литература

1. Азаренко О. В. Моніторинг водної поверхні корабельним радіоелектронним устаткуванням / О. В. Азаренко, М. М. Дівізінюк, В. А. Маньковський та інші. // Зб. наук. пр. СВМІ ім. П.С. Нахімова. – Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2004. Вип. – 2 (5). – С. 74 – 77.
2. Азаренко Е. В. Характеристика видов мониторинга в Азово-Черноморском регионе / Е. В. Азаренко, М. М. Дивизинюк, А. В. Прохорова и др. // Сб. науч. тр. СНИЯЭиП. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2005. – Вып 16. – С. 76 – 79.
3. Азаренко Е. В. Система мониторинга прибрежных морских вод / Е.В. Азаренко // Зб. наук. пр. «Геохімія та екологія». – К.: Ін-т геохімії навколишнього середовища, 2007. – Вип. 14. – С. 145 – 149.
4. Азаренко Е. В. Геоинформационная система мониторинга прибрежных вод / Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк и др. // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ: НГУ, 2011. – №2. – С. 70 – 74

5. Азаренко Е. В. Проблемы управления экологической безопасностью прибрежных вод и пути её решения / Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк // Зб. наук. пр. «Системи обробки інформації» – Харків: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2012. – Вип. 2(100). – С. 271 – 275.
6. Азаренко Е. В. Моделирование чрезвычайных ситуаций, вызванных нефтяным загрязнением на внутренних и внешних рейдах / Е.В.Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк и др. // Сб. науч. тр. СКУЯЭиП. – Севастополь: СКУЯЭиП, 2008. - Вип. 3 (31). – С. 208 – 215.
7. Гончаренко Ю. Ю. Этапы развития чрезвычайной ситуации, вызванной загрязнением водной среды нефтепродуктами / Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк, А.Н. Фурсенко и др. // Сб. науч. тр. СКУЯЭиП. – Севастополь: СКУЯЭиП, 2010. – Вип. 2 (34). – С. 83 – 87.
8. Азаренко Е. В. Особенности описания чрезвычайных ситуаций, вызванных нефтяным загрязнением водной среды / Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, Ю.В. Браславский и др. // Сб. науч. тр. СКУЯЭиП. –Севастополь: СКУЯЭиП, 2010. – Вип. 3 (35).– С. 215 – 220.
9. Гончаренко Ю.Ю. Модели распространения нефтяных загрязнений на водной поверхности / Ю.Ю. Гончаренко. – Севастополь: Гос. океанариум, 2011. – 104 с. ISBN 978-966-8962-04-02
10. Азаренко Е. В. Модели распространения антропогенной примеси в Черном море / Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк. – Севастополь: Гос. океанариум, 2012. – 92 с. ISBN 978-966-8962-05-9
11. Азаренко Е. В. Математическая модель выявления нештатных ситуаций террористического характера с использованием образов людей, находящихся около объектов критической инфраструктуры / Е. В. Азаренко, Н. А. Бородина, М. М. Дивизинюк, Н. В. Касаткина, С. В. Лазаренко, Е. А. Рыбка // Международный научно-технический журнал «Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах». – Хмельницкий: Хмельницкий национальный университет, 2017. – № 3 (59). – С. 141 – 145.
12. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (Редакція від 12.05.2017)
13. Азаренко Е. В. Защита критической инфраструктуры государства от террористического воздействия / Е. В. Азаренко, Ю. Ю. Гончаренко, М. М. Дивизинюк, М. И. Ожиганова. – Киев: ДУ ИГНС НАН Украины, 2018. – 82 с. ISBN 978-617-7187-25-6
14. Булгаков Н. П. Синоптические вихри в океане / Н. П. Булгаков, Е. В. Ефимов, Б. А. Нелепо и др. – К.: Наукова думка, 1980. – 288 с.
15. Дивизинюк М. М. Акустические поля Черного моря / М. М. Дивизинюк // Монография – Севастополь: Гос.Океанариум, 1998. – 352 с.
16. Третьякова Л. В. Обнаружение эмульгированных нефтяных загрязнений в северо-западной части Черного моря / Л. В. Третьякова, М. М. Дивизинюк, Е. В. Азаренко // Сб. науч. тр. СИЯЭиП. – Севастополь: СИЯЭиП, 2004. – Вип. 11. – С. 15 – 159.

References

1. Azarenko O.V. Moni` toring vodnoyi poverkhni` korabel` nim radi` oelektronnim ustatkuvannyam / O.V. Azarenko, M.M. Di`vi`zi`nyuk, V.A. Man`kovs`kij ta insh. // Zb. nauk. pr. SVMG` i`m. P.S. Nakhi`mova. Sevastopol` : SVMG` i`m. P.S. Nakhi`mova, 2004. Vip. 2 (5). S. 74 – 77.
2. Azarenko E.V. Kharakteristika vidov monitoringa v Azovo-Chernomorskom regione / E.V. Azarenko, M.M. Divizinyuk, A.V. Prokhorova i dr. // Sb. науч. тр. SNIYaE`iP. Sevastopol` : SNIYaE`iP, 2005. Vy`p 16. S. 76 – 79.
3. Azarenko E.V. Sistema monitoringa pribrezhny`kh morskikh vod / E.V. Azarenko // Zb. nauk. pr. «Geokhi`mi`ya ta ekologi`ya». – K.: Гн-т геокхі`мі`ї навколїшн`ого середовїшха, 2007. Vip. 14. – S. 145 – 149.

4. Azarenko E.V. Geoinformacionnaya sistema monitoringa pribrezhny`kh vod / E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk i dr. // Naukovij vi`snik NGU. Dni`propetrovs`k: NGU, 2011. #2. S. 70 – 74
5. Azarenko E.V. Problemy` upravleniya e`kologicheskoy bezopasnost`yu pribrezhny`kh vod i puti eyo resheniya / E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk // Zb. nauk. pr. «Sistemi obrobki i`nformaczi`yi». Kharki`v: KhUPS i`m. G`vana Kozheduba, 2012. Vip. 2(100). S. 271 – 275.
6. Azarenko E. V. Modelirovanie chrezvy`chajny`kh situacij, vy`zvanny`kh neftyany`m zagryazneniem na vnutrennikh i vneshnikh rejдах / E.V.Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk i dr. // Sb. nauch. tr. SNUYaE`iP. Sevastopol`: SNUYaE`iP, 2008. Vy`p. 3 (31). S. 208 – 215.
7. Goncharenko Yu.Yu. E`tapy` razvitiya chrezvy`chajnoj situaczii, vy`zvannoj zagryazneniem vodnoj sredy` nefteproduktami / Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk, A.N. Fursenko i dr. // Cb. nauch. tr. SNUYaE`iP. – Sevastopol`: SNUYaE`iP, 2010. Vy`p. 2 (34). S. 83 – 87.
8. Azarenko E.V. Osobennosti opisaniya chrezvy`chajny`kh situacij, vy`zvanny`kh neftyany`m zagryazneniem vodnoj sredy` / E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, Yu.V. Braslavskij i dr. // Cb. nauch. tr. SNUYaE`iP. Sevastopol`: SNUYaE`iP, 2010. Vy`p. 3 (35). S. 215 – 220.
9. Goncharenko Yu.Yu. Modeli rasprostraneniya neftyany`kh zagryaznenij na vodnoj poverkhnosti / Yu.Yu. Goncharenko. Sevastopol`: Gos. okeanarium, 2011. 104 s. ISBN 978-966-8962-04-02
10. Azarenko E.V. Modeli rasprostraneniya antropogennoj primesi v Chernom more / E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk. Sevastopol`: Gos. okeanarium, 2012. 92 s. ISBN 978-966-8962-05-9
11. Azarenko E. V. Matematicheskaya model` vy`yavleniya neshtatny`kh situacij terroristicheskogo kharaktera s ispol`zovaniem obrazov lyudej, nakhodyashhikhsya okolo ob`ektov kriticheskoy infrastruktury` / E. V. Azarenko, N. A. Borodina, M. M. Divizinyuk, N. V. Kasatkina, S. V. Lazarenko, E. A. Ry`bka // Mezhdunarodny`j nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Izmeritel`naya i vy`chislitel`naya tekhnika v tekhnologicheskikh proczessakh». – Khmel`niczkij: Khmel`niczkij naczional`ny`j universitet, 2017. # 3 (59). S. 141 – 145.
12. Kodeks czivi`l`nogo zakhistu Ukrayini vi`d 02.10.2012 # 5403-VI (Redaczi`ya vi`d 12.05.2017
13. Azarenko E.V. Zashhita kriticheskoy infrastruktury` gosudarstva ot terroristicheskogo vozdejstviya / E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk, M.I. Ozhiganova. Kyiv: DU IGNS NAN Ukrainy`, 2018. 82 s. ISBN 978-617-7187-25-6
14. Bulgakov N.P. Sinopticheskie vikhri v okeane / N.P. Bulgakov, E.V. Efimov, B.A. Nelepo i dr. Kyiv: Naukova dumka, 1980. 288 s.
15. Divizinyuk M.M. Akusticheskie polya Chernogo morya / M.M. Divizinyuk // Monografiya – Sevastopol`: Gos.Okeanarium, 1998. 352 s.
16. Tret`yakova L.V Obnaruzhenie e`mul`girovanny`kh neftyany`kh zagryaznenij v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya / L.V. Tret`yakova, M.M. Divizinyuk, E.V. Azarenko // Cb. nauch. tr. SIYaE`iP. Sevastopol`: SIYaE`iP, 2004. Vy`p. 11. S. 15 – 159.



© 2019 by the authors; Social development & Security, Ukrainian. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CCBY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).