

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| ГВАГОД | Документ зарегистрирован |
|        | «24» 04 2026г.           |
|        | Вх. № 81-108/20          |

## ОТЗЫВ

официального оппонента Кондратьева Сергея Алексеевича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии", Санкт-Петербургский филиал (ГосНИОРХ им. Л.С.Берга), на диссертацию **Васильевой Дины Владимировны «Модель и методика контроля и диагностики разливов нефтепродуктов в акваториях морей и океанов по результатам обработки изображений»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Морские перевозки нефтепродуктов неизбежно связаны с авариями, приводящими к экологическим катастрофам. Так, по оценкам Международной федерации владельцев танкеров по загрязнению (ИТОРФ) только в 2024 году в результате разливов нефти из танкеров в окружающую среду попало свыше 10 000 тонн нефти. А в 2025 зафиксировано три аварии, в результате каждой из которых в акваторию мирового океана вылилось свыше 700 тонн нефтепродуктов. Учитывая значительные размеры акватории мирового океана и недобросовестность отдельных владельцев танкерного флота, своевременное выявление разливов нефтепродуктов является первоочередной задачей для ЮНЕП, как ведущего мировой экологический орган.

С учетом рассмотренных обстоятельств, диссертация Васильевой Д.В. на тему «Модель и методика контроля и диагностики разливов нефтепродуктов в акваториях морей и океанов по результатам обработки изображений», связанной с решением сложной научной задачи по разработке научно-методического аппарата, обеспечивающего экологический контроль в акватории морей и океанов, за счет обнаружения аномалий изображений, характеризующих разлив нефтепродуктов, является актуальной и имеющей практическую значимость.

**Цель работы** - создание научно-методического аппарата повышения достоверности обнаружения разливов нефтепродуктов в акваториях морей и океанов на основе выявления аномалий в обрабатываемых изображениях. Для достижения поставленной цели решались три основные задачи:

1. Разработка модели представления обрабатываемых изображений в виде векторов признаков, инвариантных к изменениям интенсивности светового фона подстилающей водной поверхности в приборах и средствах экологического контроля и диагностики;
2. Разработка методики контроля и диагностики разливов нефтепродуктов, как аномалий в обрабатываемых изображениях, обеспечивающую повышение достоверности их обнаружения в результате вторичной кратномасштабной обработки в базисах вейвлетов;
3. Разработка методического обеспечения способа обнаружения разливов нефтепродуктов на основе выявления аномалий в обрабатываемых

изображениях в приборах и средствах экологического контроля окружающей среды.

Поставленные задачи автором успешно решены, три основные результата исследования соответствуют результатам решения поставленным задачам

### **Научная новизна и теоретическая значимость результатов диссертационной работы**

Научная новизна и теоретическая значимость первого научного результата (модель представления обрабатываемых изображений...) заключается в разработке предложений по формализации изображений, выступающих в качестве исходных данных, в виде гистограмм распределения яркости их битов. При этом автором предложена оригинальная структуризация первичных признаков распознавания обрабатываемых изображений, которая в отличие от известных, смещает компоненты гистограмм яркости таким образом, чтобы позиция, соответствующая максимуму функции их огибающей, совпадала с позицией максимума функции огибающей гистограммы базового изображения.

Научная новизна второго результата (методика контроля и диагностики разливов нефтепродуктов...) состоит в обосновании применения кратномасштабного вейвлет-преобразования в качестве декоррелирующего преобразования для повышения контрастности векторов признаков альтернативных классов. При этом автором обоснована уникальная размерность масштаб в вейвлет-преобразованиях на основе формирующей функции Гаусса 1-го порядка.

Научная новизна третьего результата исследования (методическое обеспечение способа обнаружения разливов...) заключается в разработке алгоритма обнаружении аномалий изображений, основанного на выявлении различий векторов признаков последовательно обрабатываемых кадров с частично перекрывающимся изображением. А также в обосновании математического аппарата, позволяющего получать вероятностную оценку достоверности обнаружения разливов нефтепродуктов, как аномалий изображения.

Перечисленные новые научные результаты, являющиеся **предметом защиты**, в достаточной мере апробированы на различных семинарах и конференциях международного и всероссийского уровня. Отдельные результаты опубликованы в журналах категории К1 и К2 из перечня, рекомендованного ВАК по специальности 2.2.8.

### **Практическая значимость результатов диссертационной работы**

Практическая значимость научных результатов диссертационной работы определяется их реализацией в отчетах о НИР и ОКР, проводимых различными научными организациями и образовательными учреждениями. Разработанная модель представления обрабатываемых изображений в виде векторов признаков, инвариантных к изменениям интенсивности светового

фона подстилающей водной поверхности, позволяет использовать кадры в 4,5 раза большего разрешения по отношению к подходам, базирующихся на методы машинного обучения. При этом разработанные предложения по представлению трехмерных матриц изображений в виде векторов признаков размерностью в 256 элементов, обеспечивают более чем 100 кратное снижение объема передаваемых данных без существенной потери их информативности.

В предложенной методике обоснована необходимость усреднения двумерных матриц кратномасштабных вейвлет преобразований, что позволяет получить векторы признаков, обеспечивающих повышение контрастности пространства распознавания, тем самым повышая эффективность экологического контроля в 1,92 раза. Предложения по дополнительной кратномасштабной обработке векторов признаков обеспечивают дополнительное повышение контрастности признаков распознавания на 92%, тем самым обеспечивая возможность обнаружения разливов нефтепродуктов в 3,3 раза меньшего размера с той же достоверностью. Практическая значимость результатов подтверждена их реализацией в трех патентах РФ на изобретения № 2842584, 2839560, 2809021 и патенте № 234284 на полезную модель.

**Достоверность новых научных результатов** проведенного Васильевой Д.В. исследования подтверждена применением научно-методического аппарата теории распознавания образов, широко используемого при решении задач по обработке фото и видеоматериалов, методов кратномасштабного-анализа, применяемого в обработке сигналов и изображений, результатов фундаментальных работ, получивших мировое признание. При этом достоверность научных результатов обеспечивается обоснованным выбором исходных данных, строгим введением ограничений и допущений, аналитической аргументацией теоретических результатов и подтверждение их правомерности данными проведенного моделирования.

По теме диссертации подготовлено 28 публикаций, в том числе в ведущих научных журналах категорий К1 и К2 из перечня изданий по специальности 2.2.8, рекомендованных ВАК. Полученные Васильевой Д.В. новые научные результаты диссертационной работы прошли апробацию на 14 Международных и Всероссийских конференциях.

### **Содержание и структура работы**

Тематика диссертационной работа Васильевой Д.В. соответствует пунктам № 1, 4 и 6 паспорта специальности: 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды», отрасли – технические науки. Структурно диссертационная работа, содержащая 172 стр. машинописного текста, 99 рис., 19 табл. и список литературы из 138 наименований, состоит из введения, заключения, четырех глав, списка литературы и приложений, в которых представлены патенты на изобретения и полезную модель, полученные по результатам проведенного исследования, а также акты внедрения основных результатов диссертации в

научной работе и образовательном процессе ведущих вузов и научных организаций, занимающихся вопросами рассматриваемой проблематики.

**В первой главе** приведены результаты подробного анализа технических аспектов решения задач экологического мониторинга по поиску разливов нефтепродуктов, поставлена цель научного исследования и сформулированы основные задачи. Обоснован выбор методов решения научных задач. Определены рамки исследования и содержание задач, решение которых позволяет достичь поставленной цели.

Наибольший научный интерес в первой главе представляет п.п. 1.2.2 (стр. 28-31), где соискатель обосновывает формат изображений для их последующей обработки, и п.п. 1.3.1 (стр. 33-37), в котором представлены обобщенные сведения о возможностях методов машинного обучения в решении задач обнаружения разливов нефтепродуктов.

**Во второй главе** представлены материалы по решению научной задачи в рамках первого заявленного результата. Основой является модель формализации обрабатываемых изображений. Автором удачно подобраны тестовые изображения, на основе которых показана необходимость проведения формализации трехмерных матриц для их последующей обработки (рис. 2.5 на стр. 57).

Отдельно необходимо выделить оценку чувствительности признаков изображений, полученных на основе гистограмм распределения яркости, к изменению освещенности (табл. 2.1, стр. 61). Несмотря на ее частный характер, она наглядно демонстрирует сущность общей проблемы. Поэтому, полученное решение в виде частного алгоритма, представленного на рис. 2.15. стр. 64, можно рассматривать как существенный научный результат, имеющей значение для последующего исследования. Также оригинальным представляется подход к построению модели (стр. 65) в виде этапов реализации технических процедур.

Полученная в п.п. 2.3 оценка эффективности технических решений достаточно убедительна, что позволяет рассматривать первый научный результат как законченное научное положение.

**В третьей главе** представлена разработанная методика контроля и диагностики разливов нефтепродуктов с позиций поиска аномалий в обрабатываемых изображениях. Разработка методики основана на результатах анализа совокупности тестовых изображений, характеризующих один и тот же альтернативный класс при различных условиях. Это позволило выявить общие закономерности, обосновывающие выбор порождающей функции для построения матриц масштабнo-временных преобразований. В главе проведена модификация аналитического аппарата кратномасштабной обработки сигналов применительно к решению научной задачи (стр. 82-92).

Наибольший научный интерес здесь представляют результаты обоснования размерности матрицы кратномасштабного преобразования для построения векторов признаков (п.п. 3.2.3). Подраздел содержит результаты моделирования и анализа различий векторов признаков тестовых изображений с различной размерностью. Итоговые результаты (табл. 3.8) позволили

обосновать основные этапы реализации методики, обеспечивающей повышение контрастности векторов признаков за счет их вторичной кратномасштабной обработки в базисах вейвлетов (стр. 96-97).

**В четвертой главе** представлен основной практический результат работы в виде методического обеспечения способа обнаружения разливов нефтепродуктов на основе выявления аномалий в обрабатываемых изображениях, предназначенного для реализации в приборах и средствах экологического контроля окружающей среды. В основу результата положен разработанный алгоритм реализации способа обнаружения аномалий с позиций выявления различий обрабатываемых кадров изображения (стр. 104-105). Алгоритм должным образом математически обоснован. Его работоспособность демонстрируется на приведенных примерах. Полученная оценка не вызывает сомнений в эффективности использования алгоритма. В п.п. 4.1.3 раскрыто содержание основных этапов разработанного методического обеспечения (стр. 112-113).

Особый научный интерес представляет полученная автором в п.п. 4.2.1 вероятностная оценка. Использован оригинальный подход, основанный на обнаружении сигнала в шумах, который с учетом коэффициента повышения контрастности (выражение 4.11) позволяет получить количественную вероятностную оценку обнаружения аномалий изображений в зависимости от их геометрических размеров по отношению к общей площади кадра, а также от дисперсии окружающего фона.

Совокупность всех трех основных научных результатов позволяет судить о завершенности научного исследования, успешном достижении поставленной цели, и решении основных научных задач. Диссертационная работа написана грамотным научным языком, хорошо оформлена, содержит богатый иллюстрационный материал, позволяющий более глубоко понять сущность полученных новых научных результатов.

Автореферат раскрывает научную и практическую сущность полученных результатов проведенного исследования.

**Вместе с тем по диссертационной работе Васильевой Д.В. имеются следующие замечания:**

1. Данные табл. 1.3 (стр. 37), которые характеризуют возможности методов машинного обучения по обработке изображений, некорректно сравнивать с результатами оценки эффективности методического обеспечения, представленными в 4-й главе диссертации, так как они получены с использованием других исходных данных.

2. Автор обосновывает в п.п. 2.1.1 переход к полутоновым форматам изображений и полученный результат в изменении объема данных сравнивает с исходным цветным изображением. Но при этом не рассматривает возможность обработки одной из составляющих формата RGB, что было бы более корректно в этой ситуации.

3. Алгоритм поиска аргумента максимального значения гистограммы яркости изображения (рис. 2.15 стр. 64) не учитывает наличие на

изображениях сторонних объектов, которые являясь временными аномалиями изображений (различные суда, танкеры, сухогрузы и пр.).

4. Выбор тестовых изображений ТИ-21, ТИ-22, ТИ-23 и ТИ-24, (стр. 73-74) не содержит изображения с сильным и средним волнением, поэтому, полученные результаты носят частный характер.

5. При обосновании аналитической основы вероятностной оценки алгоритма в выражении (4.8), стр. 116, использован такой показатель как дисперсия различий векторов признаков текущего и эталонного изображений. Очевидно, что его применение правомерно, но в работе в недостаточной степени обосновано.

6. Вероятностная оценка правильного обнаружения аномалий (выражение (4.11), стр. 121), не учитывает сам характер аномалий. Например, аномалией может выступить не разлив нефтепродуктов, а, например, отмель. Поэтому при оценке результатов поиска разливов нефтепродуктов недостаточно руководствоваться только ее.

Следует отметить, что отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости, а также общего положительного восприятия результатов оппонируемой диссертационной работы.

### **Заключение**

В диссертационной работе Васильевой Дины Владимировны изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, вносящие существенный вклад в решение задач совершенствования диагностики разливов нефтепродуктов в акваториях морей и океанов на основе выявления аномалий в обрабатываемых изображениях.

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» в п. 1 «Научное обоснование новых и совершенствование существующих методов, аппаратных средств и технологий контроля, диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, способствующее повышению надёжности изделий и экологической безопасности окружающей среды», п. 4 «Разработка методического, математического, программного, технического, приборного обеспечения для систем технического контроля и диагностирования материалов, изделий, веществ и природной среды, экологического мониторинга природных и техногенных объектов, способствующих увеличению эксплуатационного ресурса изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды», п. 6 «Разработка математических моделей, алгоритмического и программно-технического обеспечения обработки результатов регистрации сигналов в приборах и средствах контроля и диагностики с целью автоматизации контроля и диагностики, подготовки их для внедрения в цифровые информационные технологии».

Диссертация представляет собой самостоятельное и завершённое исследование, содержащее научно обоснованные технические решения и разработки. Актуальность работы, научная новизна и обоснованность результатов соответствуют современным требованиям, а сами результаты описывают законченный цикл исследований. Их достоверность подтверждается применением современных методов и успешным внедрением в работу.

Все перечисленное выше даёт основание считать, что представленная диссертационная работа Васильевой Д.В., несмотря на отдельные замечания непринципиального характера, соответствует требованиям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 "О порядке присуждения учёных степеней", соответствует специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». Автор работы заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических  
наук, ведущий научный сотрудник

Кондратьев  
Сергей Алексеевич

«20» 04 2026 г.

Кондратьев Сергей Алексеевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник,

Государственный научный центр Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Санкт-Петербургский филиал («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга).

Адрес: 199053. Россия, Санкт-Петербург, набережная Макарова, д.26

Телефон: (812) 400-01-77, E-mail: [niorh@vniro.ru](mailto:niorh@vniro.ru)

#### Согласие на обработку персональных данных

Я, **Кондратьев Сергей Алексеевич**, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты кандидатской диссертации Васильевой Дины Владимировны, в том числе на размещение их в сети Интернет.

«20» 04 2026 г.

Кондратьев С.А.

Подпись **Кондратьева Сергея Алексеевича** заверяю:

*Ученый секретарь Кондратьев С.А.*