

## ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Сапожникова Николая Евгеньевича

на диссертацию Шишкина Юрия Евгеньевича

**«Методическое, алгоритмическое и приборное обеспечение процедур обнаружения аномалий в мониторинговых наблюдениях природной среды на основе модульно-компонентного подхода»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 — Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 194 наименований. Общий объем диссертации составляет 146 страниц машинописного текста, включая 33 иллюстрации, 2 таблицы, а также 6 приложений.

### **1. Актуальность темы исследования**

Диссертационная работа Ю.Е. Шишкина посвящена развитию методического, алгоритмического и приборного обеспечения процедур обнаружения аномалий в мониторинговых наблюдениях природной среды.

В настоящее время выход на новый эффективный уровень экономической деятельности России непосредственно связан с обеспечением рационального природопользования и оптимизацией хозяйственной деятельности человека, в том числе и за счёт развития методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды в части обнаружения скрытых аномалий в скалярных и векторных полях мониторинговых наблюдений.

Особенно важна эта проблема для Севастопольского региона, где интенсивно осуществляется приоритетное развитие промышленного производства, реализация его туристско-рекреационного потенциала, что в совокупности повышает уровень антропогенной нагрузки на прибрежную и шельфовую зоны Черного моря, и приводит к повышенной нагрузке на природную среду в целом.



Современные требования информационной надежности систем экологического и природно-хозяйственного мониторинга природной среды непрерывно растут, что обуславливает необходимость как разработки новых проблемно-ориентированных методов, так и усовершенствования существующих методов и алгоритмов анализа данных результатов мониторинга с целью обнаружения в них аномалий различной природы, свидетельствующих о протекании скрытых потенциально опасных процессов. В частности, важно разрабатывать новые комплексные специализированные методы и реализующие эти методы алгоритмическое и программно-аппаратное обеспечение для проведения таких исследований, что подразумевает усовершенствование системы методов анализа данных результатов мониторинга природной среды. Для удовлетворения основной задачи исследования диссертант достаточно детально рассматривает содержание термина «аномалия» и приходит к интерпретации этого термина в двух формах:

- появление данных, содержащих явные ошибки (М-аномалии);
- новые знания (N-аномалии).

При этом источниками первых рассматривается неопределённость в самих данных, возникающая в силу ряда объективных причин, а вторых – неопределённость в знаниях о природной среде, мониторинг которой проводится.

Достаточно детально проанализированы в диссертации известные на сегодняшний день проблемы обнаружения аномальных значений в данных, приведены сведения об учёных, занимавшихся и занимающиеся их решением с применением нейронных сетей, статистических методов, аналитического и имитационного моделирования. Анализ их работ выполненный диссертантом показал, что современный уровень развития программно-аппаратных методов обнаружения и классификации аномалий недостаточен для решения широкого круга прикладных задач и, следовательно, развитие интеллектуальных методов повышения информационной надёжности методов и аппаратуры контроля природной среды является целесообразным и своевременным. В рамках решения

указанной задачи диссертантом разработано новое модульное методическое, техническое и информационное обеспечение систем экологического мониторинга за счёт нового метода качественной дифференциальной оценки состояния природной среды, программно-аппаратного модуля для его осуществления и отдельного модуля для снижения избыточности данных. Кроме того, разработан модуль программно-алгоритмического обеспечения поддержки принятия решения ЛПР о наличии и классификации аномалий в данных мониторинга путём адаптации к классу выявляемых аномалий в реальном масштабе времени за счёт динамически переключаемых проблемно-ориентированных моделей и векторного критерия качества.

## **2. Достоверность результатов диссертации**

Обоснованность и достоверность научных положений обеспечивается применением апробированных методов исследования, а также сопоставлением результатов численного моделирования, вычислительных экспериментов, полученных с использованием лабораторного стенда, с данными опытной эксплуатации в натуральных условиях.

Основные положения и научные результаты диссертационной работы прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях, научных семинарах.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 18-47-920005 р\_а, 18-48-920018 р\_а, № 19-29-06015, а также в рамках базовой части государственных заданий АААА-А17-117010900029-0, АААА-А17-117021310008-4, АААА-А19-119040590054-4 Министерства образования и науки Российской Федерации на выполнение государственных работ.

Ряд результатов внедрен в действующее оборудование и проверен на практике. Это позволяет заключить, что полученные в диссертационной работе результаты являются достоверными и обоснованными.

### **3. Новизна результатов диссертации**

Оценивая новизну представленных в работе результатов, можно выделить следующие положения:

1. Получила дальнейшее развитие классификация информационных ситуаций, возникающих при мониторинге природной среды, за счет введения в рассмотрение факторного пространства скалярных и векторных полей мониторинга и критериального пространства точности, полноты, реактивности, рисков и вероятностей ошибок первого и второго рода.

2. Разработано модульное методическое, техническое и информационное обеспечение систем экологического мониторинга природной среды за счет нового метода качественной дифференциальной оценки её состояния, установки для его осуществления и программного модуля консолидации и структуризации данных мониторинга большого объема и модуля снижения избыточности данных мониторинга.

3. Получено новое модульное программно-алгоритмическое обеспечение поддержки принятия решений о наличии аномалий в данных мониторинга природных систем, адаптирующееся к классу выявляемых аномалий в реальном времени за счет динамически переключаемых интеллектуальной системой проблемно-ориентированных моделей и векторного критерия качества.

### **4. Научная и практическая ценность результатов работы**

Научная и практическая значимость работы заключается в комплексном решении на базе модульного методического, алгоритмического и приборного обеспечения многокритериальной задачи обнаружения аномалий в факторном пространстве скалярных и векторных полей мониторинга природной среды. Предложенное решение отличается от существующих тем, что за счет модульно-компонентной организации системы контроля, компоненты которой образуют функционально замкнутую структуру, была повышена информационная надежность приборов и средств контроля.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что они могут быть эффективно использованы при разработке приборов и средств контроля природной среды, решении прикладных задач экологического мониторинга. Это результат реализации программно-аппаратных модулей выявления аномалий, учитывающих особенности их использования в прикладных системах мониторинга природной среды: работа в условиях реального времени, неполной информации, малых объемов выборок, нерегулярных и пропущенных данных.

#### **5. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ВАК РФ**

Ознакомившись с диссертацией, авторефератом и публикациями автора, считаю, что тема диссертационной работы Шишкина Ю.Е. и ее содержание соответствуют специальности 05.11.13 — Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

По теме диссертации опубликовано 25 печатных работ, в том числе монография, 15 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 5 статей опубликовано в изданиях, входящих в международные наукометрические базы Scopus и Web of Science, 1 патент РФ на изобретение, 7 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ВАК РФ. Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

#### **6. Замечания по диссертационной работе**

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Встречающиеся повторы одинаковых описаний в тексте диссертации, так анализ понятия аномалий в данных мониторинга выполнен дважды ( стр.42-45, 48-52 и стр. 9-11) и его было бы целесообразнее вынести в приложение.

2. В тексте диссертации встречаются ошибки, опiski и небрежности, например на 160 странице, 7 строка сверху «следующе» вместо «следующее», на стр. 93 (рисунок 2.8) представлены оценки зависимости времени выполнения

алгоритма от размера обучающей выборки. Рисунок можно было сделать крупнее и лучше подобрать цветовую гамму для иллюстрации динамики процесса обучения системы обнаружения аномалий в случае применения сценария минимизации рисков.

3. Листинг результатов испытаний измерительных каналов в лабораторном стенде программной системы обнаружения аномалий на стр. 218 и 219 (рисунок П.32 и П.33) текста диссертации не содержит указаний идентификаторов нормального и аномального сигналов, и эти результаты было бы целесообразно привести в разделе 4.5 Экспериментальные испытания модульной системы.

4. В отдельных местах приведены формулы в излишне громоздких конструкциях: как, например, в моделях выявления порядковой и ранговой аномалий. Функцию отображения множеств нормальных и аномальных данных было бы наглядней вынести в отдельную функцию, а не включать в саму модель. На стр. 36 и 37 диссертации, в уравнениях 1.10 и 1.11, индекс  $N$  используется с верхним регистром, тогда как на стр. 46 и 47 в формулах 1.19 и 1.24 – применяется нижний регистр.

5. Для применения алгоритмов статистической кластеризации на стр. 76, при обнаружении аномалий данных многопараметрического мониторинга природной среды с кластеризацией состояний, требуется, чтобы входные данные имели регулярную структуру, в то время как в самой работе подобных ограничений ко входным данным мониторинга природной среды не предусмотрено.

6. В автореферате в списке основных публикаций, не приведены иные публикации, а приведено только их количество.

7. В работе детально не рассматривается вопрос реализации системы обнаружения аномалий на других программных платформах и сервисах, кроме как на используемой автором связке Java, PHP, C++.

8. Для алгоритма обнаружения аномалий в скалярных полях с многомерными данными мониторинга природной среды не приведены квалитметрические характеристики. В частности, получены оценки доверительных интервалов при

аномалиях, имеющих экспоненциальное, Вейбулла и гамма распределения, но отсутствуют сведения о об оценках для смешанных распределений.

Следует отметить, что отмеченные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертационных исследований и не оказывают существенного влияния на основные результаты работы.

## 7. Заключение

Материал диссертационной работы Шишкина Ю.Е. изложен в логической последовательности, грамотно и доказательно, с обоснованием результатов и выводов, ее научное содержание и стиль изложения соответствуют современному уровню требований.

Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для развития теории и практики исследований в области приборостроения и совершенствования методов контроля природной среды.

Уровень и значимость решаемых задач и полученных результатов диссертационной работы Шишкина Ю.Е. полностью соответствуют требованиям п.9 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 — Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Автор Шишкин Юрий Евгеньевич заслуживает присуждения ему искомой степени по специальности 05.11.13 — Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

**Официальный оппонент,**

доктор технических наук, профессор,  
ФГБВОУ ВО «ЧВВМУ им. П.С. Нахимова»



Сапожников Н.Е.

Сапожников Николай Евгеньевич

Профессор кафедры ракетно-артиллерийского вооружения ФГБВОУ ВО  
«Черноморского высшего военно-морского ордена Красной Звезды училища имени  
П.С. Нахимова»,

299028, г. Севастополь, ул. Павла Дыбенко, д. 1

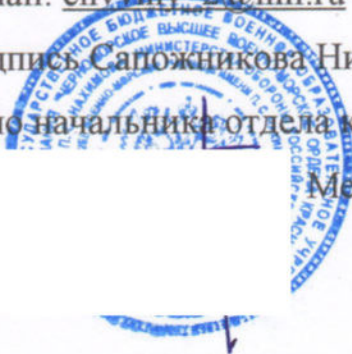
Тел.: +7 869 253 41 09,

E-mail: [chuyunyu\\_2@mil.ru](mailto:chuyunyu_2@mil.ru)

Подпись Сапожникова Николая Евгеньевича заверяю.

Врио начальника отдела кадров ЧВВМУ им. П.С. Нахимова

Меньшиков Николай Вениаминович



С отзавом ознакомлен

10 июня 2022 Шинкин Ю.Е.

Шинкин Ю.Е.