

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Галбаева Жалалидина Токтобаевича, доктора технических наук, доцента, эксперта диссертационного совета Д 05.23.686 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по диссертации Верзунова Сергея Николаевича на тему «Разработка методов мониторинга и идентификации геоэкологических процессов на базе интеллектуального анализа данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации.

Эксперт, рассмотрев представленную диссертацию Верзунова Сергея Николаевича, пришел к следующему заключению.

### **1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертацию к защите**

Настоящая докторская диссертация полностью соответствует профилю деятельности диссертационного совета. В исследовании проводится всесторонний анализ современных методов и технологий, используемых для мониторинга и идентификации геоэкологических процессов. Применение методов интеллектуального анализа данных представляется актуальным и востребованным в контексте системного анализа. Работа соответствует требованиям специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (п.п. 7, 8, 9, 10).

### **2. Целью данной диссертации является разработка методов мониторинга и идентификации геоэкологических процессов с использованием интеллектуального анализа данных.**

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие задачи:

1. Проведение анализа особенностей, характерных для мониторинга геоэкологических процессов.
2. Исследование методологических аспектов применения искусственного интеллекта для мониторинга состояния геоэкологических процессов.
3. Разработка основных принципов построения интеллектуальных информационно-измерительных систем.
4. Создание методологии применения интеллектуального анализа данных для проектирования радиоволновых модулей.
5. Разработка методов и устройств для измерения параметров индуктивных компонентов датчиков.

6. Разработка методов идентификации геоэкологических временных рядов.
7. Создание методов идентификации изображений в медицинских системах геоэкологического мониторинга.
8. Разработка методов идентификации дефектов силовых электрических линий.

*Соответствие объекта исследования диссертации цели и задачам* определяется тем, что разработанные методы и системы обеспечивают эффективный сбор, анализ и интерпретацию данных о состоянии параметров геоэкологической среды. Это способствует достижению поставленной цели и решению задач, сформулированных в диссертации.

*Объектом исследования* являются геоэкологические процессы, а *предметом исследования* выступают интеллектуальные методы и средства геоэкологического мониторинга.

*Актуальность темы диссертации.* Эффективное решение геоэкологических проблем требует разработки интеллектуальных информационно-измерительных систем, ориентированных на исследования в областях, таких как загрязнение природных систем, мониторинг окружающей среды, геоэкология урбанизированных ландшафтов, а также анализ природных и техногенных явлений. Применение методов искусственного интеллекта в информационно-измерительных системах позволяет более эффективно обрабатывать большие объемы данных, обеспечивать высокую степень автоматизации процесса геоэкологического мониторинга, повышать точность и надежность его результатов.

**3. Научные результаты.** В диссертационной работе представлены следующие новые научно обоснованные теоретические и практические результаты, которые имеют существенное значение для проектирования и применения интеллектуальных систем геоэкологического мониторинга:

3.1 Научная новизна проведенных теоретических и прикладных исследований заключается:

- в предложенной новой концепции построения интеллектуальной системы мониторинга состояния геоэкологической среды;
- в обоснованном новом методе измерения параметров индуктивных компонентов датчиков;
- в предложенном новом способе оптимизации процесса проектирования микрополосковых антенн;
- в разработанной методике прогнозирования геоэкологических временных последовательностей;

– в разработанной универсальной системе мониторинга на основе искусственного интеллекта в сфере медицинской геоэкологии.

3.2 Достоверность научных результатов обеспечивается использованием проверенных теоретических и экспериментальных методов, а также современных инструментов анализа данных. Все предложенные методики и алгоритмы были проверены на реальных данных, что подтверждает их практическую применимость и эффективность. Результаты обсуждались и апробировались на международных конференциях и семинарах, что свидетельствует о их широком обсуждении в научной профессиональной среде.

3.3 Теоретическое значение диссертационной работы состоит в существенном углублении понимания процессов мониторинга и идентификации геоэкологических изменений. Полученные результаты, а также разработанные концепции и методики, создают прочную основу для дальнейших исследований в области применения искусственного интеллекта и интеллектуальных систем в экологическом мониторинге. Этим достигается существенное расширение знаний о процессах мониторинга и идентификации геоэкологических изменений. Разработанные методы и системы, основанные на интеграции искусственного интеллекта в информационно-измерительные системы, обеспечивают оперативный и достоверный сбор и обработку данных о состоянии геологической среды, а также существенно повышают точность и надежность мониторинга и идентификации геоэкологических процессов.

3.4 Соответствие квалификационным признакам. Диссертация соответствует требованиям, изложенным в п.п. 10 положения о порядке присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации. Это самостоятельная научно-квалификационная работа, являющаяся полноценным завершенным научным трудом, в котором представлены научно-обоснованные технические методы, имеющие большое значение для проектирования и применения интеллектуальных систем геоэкологического мониторинга.

#### **4. Практическая значимость полученных результатов**

Научные результаты, полученные в докторской диссертации Верзунова Сергея Николаевича, были реализованы в виде:

1. Аппаратных и программных компонентов для контроля и диагностики, на основе которых были разработаны и внедрены:

- программные компоненты для мониторинга частичных разрядов в воздушных силовых кабельных линиях, которые используются в ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана» (получен соответствующий акт о внедрении).

- система для анализа рентгеновских снимков с целью определения заболеваний дыхательной системы, которая внедрена в Институте биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики (получен соответствующий акт о внедрении).

- системы ИИ значительно увеличивают эффективность наблюдений за изменениями в окружающей среде. Интеграция интеллектуальных методов в стандартные процедуры мониторинга позволяет своевременно принимать меры для предотвращения или уменьшения риска аварийных ситуаций.

## 2. Образовательных материалов и программах

Научные и практические материалы, разработанные в рамках диссертационной работы, были внедрены в образовательную программу Кыргызско-Российского Славянского университета имени Б. Ельцина по направлению «Программная инженерия». Внедрение подтверждено соответствующим актом, удостоверяющим успешную интеграцию научных и практических материалов в образовательный процесс.

## 3. Комплекта программных средств для цифровизации научно-издательской деятельности

Создан комплект программных средств, обеспечивающих соответствующим специалистам свободный доступ к информации о состоянии окружающей среды, что способствует повышению эффективности научно-издательской деятельности и расширению доступности экологических данных.

Основные научные результаты, полученные в диссертации опубликованы в 52-ти печатных научных трудах, из них 4 – в изданиях, зарегистрированных в системе Scopus, в 1-й монографии и одном научно-методическом пособии, опубликованных в КР, 1 патенте на изобретение КР и 5 авторских свидетельствах на ПО, зарегистрированных в Государственной службе интеллектуальной собственности и инноваций при правительстве

Кыргызской Республики. Общее количество баллов по публикациям составляет 1024 балла.

## **5. Содержание автореферата содержанию диссертации.**

Автореферат полноценно отражает содержание диссертации, соответствуя заявленным в ней целям и задачам исследования. Содержание автореферата на русском и кыргызском языках точно передает суть выполненной диссертационной работы. Автореферат включает идентичные резюме на кыргызском, русском и английском языках, что обеспечивает всестороннюю доступность и точность представления основных результатов исследования.

## **6. Использование в диссертации материалов кандидатской диссертации**

Докторская диссертация использует материалы кандидатской диссертации в объеме около 2 % от размера докторской диссертации. В докторской диссертации были использованы алгоритмы обучения полиморфных вейвлет-сетей, разработанные в кандидатской диссертации. Эти алгоритмы были усовершенствованы и адаптированы для решения более сложных задач, связанных с обработкой и анализом временных рядов в различных прикладных областях, таких, как например геофизика и космическая геоэкология.

## **7. Замечания по диссертации**

В результате проведенной работы имеются некоторые замечания и пожелания, которые не носят принципиального характера и не влияют на оценку работы:

7.1 Из работы не ясно как учитываются влияющие факторы, такие как влажность, температура и химический состав пород, при использовании метода свободного пространства.

7.2 Какие новые методы и устройства для измерения параметров индуктивных компонентов датчиков были разработаны, и как они улучшают точность мониторинга?

7.3 Как методика оптимизации конструктивных параметров посредством ИИ для конкретного антенного модуля радиоволнового анализатора может быть адаптирована для другого класса антенных модулей?

## **8. Предложения**

Эксперт диссертационного совета предлагает по докторской диссертации назначить:

в качестве ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке»

первым официальным оппонентом – доктора технических наук, доцента Савченко Елену Юрьевну (05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации), которая имеет труды близкие к проблеме исследования:

1. Савченко, Е. Ю. Использование метода, реализующего парадигму обучения ИНС с "интервальным учителем" для задачи синтеза медицинского классификатора / Е. Ю. Савченко // Вестник Международного Университета Кыргызстана. – 2020. – № 2(41). – С. 140-145.
2. Image processing in total internal reflection fluorescence microscopy / O. B. Kuznetsova, E. A. Savchenko, A. A. Andryakov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Saint Petersburg, 21–22 марта 2019 года. Vol. 1236. – Saint Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012039. – DOI 10.1088/1742-6596/1236/1/012039.
3. Savchenko, E. Synthesis of the backpropagation error algorithm for a multilayer neural network with nonlinear synaptic inputs / Z. Musakulova, E. Mirkin, E. Savchenko // 2018 IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics, EExPolytech 2018 : Proceedings, St. Petersburg, 22–23 октября 2018 года. Vol. 2018. – St. Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. – P. 131-135. – DOI 10.1109/EExPolytech.2018.8564433.

вторым официальным оппонентом – члена-корреспондента НАН КР, доктора технических наук, профессора Бримкулова Улана Нургазиевича, который имеет труды близкие к проблеме исследования:

1. Бримкулов, У. Н. Разработка и внедрение информационной системы управления научными журналами / К. Ж. Нуракун, У. Н. Бримкулов // М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университетинин кабарлары. – 2019. – № 2(47). – С. 103-105.
2. Система мониторинга движения учащихся / У. Н. Бримкулов, Ч. Н. Жумабаева, К. К. Барыктабасов, Н. Турдалиев // Инженер: научное и периодическое издание Инженерной академии Кыргызской Республики. – 2014. – № 7-8. – С. 26-34.
3. A Comparative Analysis of Stochastic Algorithms Used for Mobile Robot Localization // Manas Journal of Engineering. – 2015. – Vol. 3, No. 1. – P. 21-34.

третьим официальным оппонентом – доктора физико-математических наук, профессора Сатыбаева Абдуганы

Джунусовича, который имеет труды близкие к проблеме исследования:

1. Моделирование оползневых процессов на территории Жалпак-Таш (участок Кызыл-Кунгой) для анализа средствами ГИС технологий / Г. М. Адиева, А. Д. Сатыбаев, Ж. А. Турдубаева, М. Аблазизов // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 7. – С. 91-98. – DOI 10.33619/2414-2948/92/14.
2. Сатыбаев, А. Дж. Аппроксимация динамики заболеваемости населения Кыргызстана в период пандемии 2020 г. С помощью гладкой логистической функции / К. С. Абдыраимова, А. Д. Сатыбаев, Б. Л. Канцырев // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. – 2022. – № 2-1(76). – С. 484-489. – DOI 10.35803/1694-5298.2022.2.484-489.
3. Сатыбаев, А. Дж. Численное определение скорости в задаче геоэлектрики линией с потерями / Ю. В. Анищенко, А. Д. Сатыбаев // Марчуковские научные чтения - 2017 : Труды Международной научной конференции, Новосибирск, 25 июня – 14 июля 2017 года. – Новосибирск: Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН, 2017. – С. 28-33.

## 9. Рекомендации

Данная работа соответствует паспорту специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации. Исследования в работе представлены в достаточном объеме. Рекомендую вынести диссертационную работу на обсуждение на заседании диссертационного совета.

## 10. Заключение

Результаты, достигнутые соискателем, позволяют разрабатывать системы мониторинга и идентификации геоэкологических процессов на основе интеллектуального анализа данных с повышенной точностью. Выводы исследования полностью соответствуют поставленным целям и задачам, а практические рекомендации опираются на комплекс проведенных экспериментальных исследований, отражающих сущность научной работы.

### *Проверка первичной документации*

Проверка первичного материала подтверждает, что соискатель самостоятельно провел работу по теме диссертации. Представленная научная документация является достоверной, репрезентативной и

