

УДК 504.064.3:004.896

Методологические подходы к созданию аппаратно-программных комплексов с применением радиоканалов и нейронных сетей для экологического мониторинга

О.Б. Спиридонов¹, Л.П. Милешко^{1,*}, П.Н. Лобов²

¹НКБ «МИУС» Южный федеральный университет, ул. Петровская, 81, Таганрог, 347928, Россия

²Южный федеральный университет, ул. Б. Садовая, 105/42, Ростов-на-Дону, 344006, Россия

*E-mail: milesenko.leon@yandex.ru

Аннотация. В определении состояния окружающей среды имеются большие достижения по экологическому мониторингу. Дальнейшее улучшение в этом направлении может быть обусловлено обогащением действующего мониторингового арсенала новым аппаратным оснащением, в том числе, аппаратно-программными комплексами. Это определяет актуальность исследований в данном научном направлении и заявленной темы работы. Целью настоящей работы является анализ состояния и тенденций развития методологии создания аппаратно-программных комплексов с применением радиоканалов и нейронных сетей для экологического мониторинга. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать конструкторско-технологические особенности создания аппаратно-программных комплексов для экологического мониторинга; разработать методику построения математических моделей радиотехнических устройств; разработать методику построения математических моделей радиоканалов; разработать методику обучения искусственных нейронных сетей; разработать систему автоматизированного проектирования аппаратно-программного комплекса; реализовать компьютерное моделирование аппаратно-программного комплекса. Эти вопросы освещены в кратком аналитическом обзоре.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, экологический мониторинг, радиоканал, радиотехнические устройства, система автоматизированного проектирования, компьютерное моделирование.

Methodological approaches to the creation of hardware and software complexes using radio channels and neural networks for ecological monitoring

O.B. Spiridonov¹, L.P. Milesenko^{1,*}, P.N. Lobov²

¹SDB «MACS» Southern Federal University, 81, Petrovskaya str., Taganrog, 347928, Russia

²Southern Federal University, 105/42, Bolshaya Sadovaya Str, Rostov-on-Don, 344006, Russia

*E-mail: milesenko.leon@yandex.ru

Abstract. There are great achievements in environmental monitoring in determining the state of the environment. Further improvement in this direction may be due to the enrichment of the existing monitoring arsenal with new hardware equipment, including hardware and software complexes (APC). This determines the relevance of research in this scientific direction and the stated topic of the work. The purpose of this work is to analyze the state and trends in the development of the methodology for creating hardware and software complexes using radio channels and neural networks for environmental monitoring. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: to analyze the design and technological features of the creation of hardware and software complexes for ecological monitoring; to develop a methodology for constructing mathematical models of radio engineering devices; to develop a methodology for constructing mathematical models of radio channels; develop a methodology for training artificial neural networks; to develop a system of computer-aided design of a hardware and software complex; implement computer simulation of the hardware and software complex. These issues are covered in a brief analytical review.

Keywords: hardware and software complex, environmental monitoring, radio channel, radio engineering devices, computer-aided design system, computer modeling.

1. Введение

Экологическая безопасность (ЭБ) представляется одним из важных, интенсивно развивающимся, разделом современной экологии [1].

Экологический мониторинг является ключевым элементом всех систем обеспечения экологической безопасности [2, с. 326]:

В оценке состояния окружающей среды достигнуты большие успехи по экологическому мониторингу. Дальнейший прогресс в этом направлении связан с обогащением действующего мониторингового арсенала новым аппаратным оснащением, в том числе, аппаратно-программными комплексами (АПК). Это определяет актуальность исследований в данном научном направлении и заявленной темы работы.

Целью настоящей работы является анализ состояния и тенденций развития методологии создания аппаратно-программных комплексов с применением радиоканалов и нейронных сетей для экологического мониторинга.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать конструкторско-технологические особенности создания аппаратно-программных комплексов для экологического мониторинга.
2. Разработать методику построения математических моделей радиотехнических устройств.
3. Разработать методику построения математических моделей радиоканалов.
4. Разработать методику обучения искусственных нейронных сетей.
5. Разработать систему автоматизированного проектирования аппаратно-программного комплекса.
6. Реализовать компьютерное моделирование аппаратно-программного комплекса.

2. Основная часть

В статье [3] рассмотрена возможность использования марковских моделей для определения доступности информации в радиоканале. Потеря доступности связана с угрозой блокирования радиоканала. Рассматриваются три состояния радиоканала, которые положены в основу формирования марковских моделей. Приведен пример употребления марковских моделей для оценки надежности функционирования радиоканала.

Особенности конструктивно-технологического исполнения АПК (мультисенсорных систем) приведены, например, в работах [4-7].

Метрологическая база экологического мониторинга водных объектов охарактеризована в [4-5].

Отдельный интерес представляет блок сбора данных – аппаратно-программный компонент мультисенсорной системы. Основными его функциональными элементами являются аналоговый мультиплексор ADG732, цифровой мультиметр Agilent 34410A и набор специального ПО для ПЭВМ [6].

Авторы [7] рассмотрели вопросы реализации АПК для мониторинга качества воздуха. АПК имеет современную архитектуру Интернета вещей.

В качестве микроконтроллера употреблен одноплатный контроллер Arduino, в качестве облачной платформы - платформа Microsoft Azure Cloud, сеть - беспроводная сенсорная сеть Wireless Sensor Network.

Ядро системы автоматизированного проектирования (САПР) радиотехнических устройств (РТУ) включает блоки [8]:

1. Формирование цели проектирования.
2. Синтез объектов.
3. Анализ и выбор объектов проектирования.
4. Оптимизация.
5. Моделирование функционирования РТУ.
6. Разработка компоновки схемы РТУ.

В экспертную систему САПР РТУ входят блоки [8]:

7. Выявление экспертных знаний.
8. Формирование моделей объектов.
9. Манипулирование знаниями и данными.
10. Формирование моделей объектов.

Методологические подходы к компьютерному моделированию изложены, например, в [9-12].

Обработка полученных данных при помощи нейронных сетей является наиболее передовым способом для достижения различных целей. Анализ показателей экологического мониторинга не является исключением.

Одной из основных задач при создании нейронных сетей является их обучение. Для достижения этой цели рассмотрим различные методы.

В статье [13] приведены результаты работы алгоритмов обучения основанных на принципе градиентных методов первого порядка с различными функциями активации.

В статье [14] приводится сравнение скорости обучения нейронных сетей с применением генетического, адаптивного (градиентный метод) и гибридного алгоритмов.

Исходя из приведенных статей, самыми актуальными являются алгоритмы, основанные на методе градиентного спуска, так как имеют наибольшую скорость обучения, хотя и имеют ряд ограничений для их использования. В частности, входная исследуемая функция должна быть непрерывна. Также необходимо отметить, что чем более сложной является входная функция с большим количеством локальных минимумов, тем больше становится актуальным применение генетических алгоритмов.

Таким образом, обобщены основные наиболее значимые результаты, опубликованные по заявленной теме.

3. Выводы

Сделан акцент на том обстоятельстве, что дальнейшее развитие экологического мониторинга может быть обусловлено обогащением действующего мониторингового арсенала новым аппаратным оснащением, в том числе, аппаратно-программными комплексами (АПК). Это определяет актуальность исследований в данном научном направлении и заявленной темы работы.

Достигнута поставленная цель, состоящая в анализе состояния и тенденций развития методологии создания аппаратно-программных комплексов с применением радиоканалов и нейронных сетей для экологического мониторинга.

Список литературы

1. Милешко, Л.П. Экологическая безопасность: состояние и тенденции развития / Л.П. Милешко // Экологические системы и приборы. – 2019. – № 8. – С. 49-57.
2. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Издательский центр “Академия”, 2002. – 480 с.
3. Бабкин, А.Н. Применение марковских моделей для оценки доступности информации в радиоканале / А.Н. Бабкин, Л.В. Акчурина // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2020. – № 4. – С. 9-15.
4. Милешко, Л.П. Мультисенсорные системы: учебное пособие / В.Н. Котов, А.Н. Королев, И.И. Черепухин, И.П. Щербинин, Е.А. Шестова, С.С. Алхасов, А.С. Камышева. Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2017. – 282 с.

5. Милешко, Л.П. Достижения в области обеспечения экологической безопасности: монография / Л.П. Милешко. Южный Федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 109 с.
6. Алхасов, С.С. Мультисенсорная система для экологического мониторинга ионов кальция, меди, свинца и кадмия в водных и почвенных средах / А.И. Волков, Н.А. Золотухина, А.С. Камышева, Л.П. Милешко // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 4(74). <http://academygps.ru/ttb>.
7. Сарсимбаева, С.М. О вопросах разработки аппаратно-программной системы анализа и мониторинга качества воздуха / С.М. Сарсимбаева, Р.Ж. Карасаев // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 1-1(69). – С. 232-236.
8. Долин, Г.А., Дорджиев, Ж.С. Разработка сквозной интеллектуальной САПР радиотехнических устройств и систем / Г.А. Долин, Ж.С. Дорджиев // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 1076-1081.
9. Королев, А.Л. Компьютерное моделирование технических систем: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Л. Королев. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2009. – 170 с.
10. Герасимов, А.Б. Полунатурное моделирование радиотехнических систем: учебное пособие / А. Б. Герасимов, А. Н. Кренёв, Е. А. Селянская; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2014. – 128 с.
11. Мережин, Н.И. Аналого-цифровые методы моделирования радиоэлектронных компонентов и устройств: монография / Мережин Н.И. Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону - Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 135 с.
12. Горностаева, Т.Н. Математическое и компьютерное моделирование. Учебное пособие. / Горностаева, Т.Н., Горностаев О.М. – М.: Мир науки, 2019. – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/50MNNPU19.pdf>.
13. Кобзев, А.А. Анализ алгоритмов обучения нейронной сети / А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, О.С. Сидорова // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 6-1. – С. 23-28. [Электронный ресурс] <https://elibrary.ru/item.asp?id=46264312&>.
14. Загинайло, М.В. Оценка эффективности различных методов обучения искусственных нейронных сетей / М.В. Загинайло, В.А. Фатхи // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 35. С. 442-447.