

4. Шалькевич, П. К. Компьютерное прогнозирование пространственного распределения концентрации Cs-137 в почве / П. К. Шалькевич // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 2. – С. 139-145.

5. Журавков В. В., Тонконогов Б. А., Шалькевич П. К. Разработка веб-ориентированного интерфейса для проведения ретроспективного анализа данных системы онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и оршанского района / В. В. Журавков, Б. А. Тонконогов, П. К. Шалькевич // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2022 : environmental problems of the XXI century : материалы 22-й Международной научной конференции, 19–20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батын [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – Ч. 2. – 346 с. – Минск, 2022. – С. 360–363.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНТЕКСТЕ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

ELECTRONIC ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT

В. В. Плесканев^{1,2}, Д. С. Трошко^{1,2}, Д. С. Мишлаков^{1,2}, П. К. Шалькевич^{1,2}

V. V. Pleskanev^{1,2}, D. S. Troshko^{1,2}, D. S. Mishlakov^{1,2}, P. K. Shalkevich^{1,2}

¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь
shalkevich@iseu.by

²Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

¹International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, the Republic of Belarus

²Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

В данной работе представлен обзор современных электронных систем мониторинга окружающей среды. Рассмотрены различные протоколы связи и платформы, используемые для электронных систем мониторинга окружающей среды. Сформулированы преимущества и проблемы электронных систем мониторинга окружающей среды.

This paper gives a comprehensive overview of modern electronic environmental monitoring systems. Various communication protocols and platforms used for electronic environmental monitoring systems are considered. The advantages and problems of electronic environmental monitoring systems are formulated.

Ключевые слова: электронные системы, протоколы, экология.

Keywords: electronic systems, protocols, ecology.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-324-327>

В современном мире электронные системы экологического мониторинга приобретают все большее значение благодаря их способности предоставлять точные данные об окружающей среде в режиме реального времени для принятия решений. Это обусловлено тем, что мониторинг окружающей среды представляет собою систематический сбор и анализ данных об окружающей среде для оценки качества окружающей среды и ее воздействия на здоровье человека и состояние экосистемы. Электронные системы мониторинга окружающей среды представляют собой подмножество систем мониторинга окружающей среды, в которых используются электронные датчики и коммуникационные технологии для сбора и передачи данных в режиме реального времени.

В основе принципа работы электронных систем мониторинга окружающей среды лежат различные типы датчиков для сбора данных об окружающей среде. Выбор датчиков зависит от измеряемых параметров и условий окружающей среды. Некоторые из наиболее распространенных типов датчиков, используемых в электронных системах мониторинга окружающей среды, включают датчики температуры, датчики влажности, датчики света, датчики газа и датчики твердых частиц. Эти датчики работают по разным принципам, включая резистивные, емкостные и оптические принципы [1].

С практической и теоретической точки зрения следует правильно применять и классифицировать типы датчиков:

- датчики температуры используются для измерения температуры окружающей среды. Они работают по принципу теплового расширения или сжатия материалов;

- датчики влажности используются для измерения относительной влажности окружающей среды, работают по принципу емкости или сопротивления;
- световые датчики используются для измерения интенсивности света в окружающей среде, работают по принципу фотопроводимости или фотодиодов;
- датчики газа используются для измерения концентрации газов в окружающей среде. Они работают по принципу электрохимических реакций или поглощения инфракрасного излучения;
- датчики твердых частиц используются для измерения концентрации частиц в воздухе в окружающей среде, работают по принципу рассеяния или поглощения света.

Таким образом, для проведения мониторинга окружающей среды необходимо выбрать соответствующий виду мониторинга тип датчиков [3]. Выбор необходимого типа датчиков также влияет на точность сбора данных и их достоверность. Кроме того, выбор датчика также зависит от предполагаемого использования собранных данных, поскольку некоторые датчики могут больше подходить для исследовательских целей, а другие – для обеспечения соблюдения нормативных требований.

Датчики, которые используются в электронных системах мониторинга окружающей среды могут быть различных типов, в зависимости от измеряемого параметра окружающей среды. Например, датчики могут использоваться для измерения параметров качества воздуха, таких как двуокись углерода, окись углерода и твердые частицы. Точно так же датчики могут использоваться для измерения параметров качества воды, таких как pH, растворенный кислород и мутность. Другие типы датчиков могут использоваться для измерения уровня шума, температуры, влажности и погодных условий. Конкретные типы датчиков, используемых в ЕЕМС, могут различаться в зависимости от конкретного приложения и отслеживаемых параметров окружающей среды.

Датчики света и инфракрасные датчики являются важными инструментами для улучшения окружающей среды различными способами. Световые датчики связаны с мониторингом окружающей среды несколькими способами. Они используются для измерения интенсивности и спектрального распределения света в различных условиях окружающей среды, включая естественные и искусственные среды. Вот несколько примеров того, как световые датчики используются в мониторинге окружающей среды:

- мониторинг загрязнения воздуха: световые датчики используются для измерения интенсивности света, рассеиваемого загрязнителями воздуха, такими как твердые частицы (ТЧ) и летучие органические соединения (ЛОС). Измеряя интенсивность рассеянного света, эти датчики могут указывать концентрацию загрязнителей воздуха в окружающей среде.
- мониторинг погоды: датчики света можно использовать для измерения интенсивности солнечного света, что можно использовать для оценки количества солнечного излучения, получаемого поверхностью Земли. Эта информация важна для понимания погодных условий и прогнозирования изменений климата.
- мониторинг роста растений: световые датчики используются для измерения интенсивности и спектрального распределения света в средах для выращивания растений, таких как теплицы или вегетационные камеры. Эту информацию можно использовать для оптимизации условий роста растений, регулируя интенсивность и спектр света.

В целом, датчики света играют важную роль в мониторинге окружающей среды, предоставляя информацию об интенсивности света и спектральном распределении. Эта информация может быть использована для понимания условий окружающей среды и внесения корректировок для оптимизации экологических результатов.

Датчики света также можно использовать для контроля количества солнечного света, достигающего растений в сельскохозяйственных и садоводческих условиях. Предоставляя информацию об интенсивности и продолжительности солнечного света, датчики света могут помочь оптимизировать условия выращивания растений и повысить урожайность. Их также можно использовать для мониторинга эффектов затенения от близлежащих деревьев или зданий, которые могут повлиять на рост и здоровье растений. Инфракрасные датчики, также известные как термодатчики, можно использовать для контроля температуры в различных условиях окружающей среды. Например, инфракрасные датчики можно использовать для обнаружения горячих точек в электрическом оборудовании, что может указывать на потенциальные сбои оборудования и предотвращать электрические возгорания. Их также можно использовать для контроля температуры промышленных процессов, что может помочь в принятии решений, связанных с энергоэффективностью и оптимизацией процессов. Инфракрасные датчики также можно использовать в системах управления энергопотреблением зданий для контроля температуры в помещении и соответствующей регулировки систем отопления и охлаждения. Предоставляя данные о температуре в режиме реального времени, инфракрасные датчики могут помочь сократить потери энергии, снизить затраты на электроэнергию и повысить комфорт пассажиров.

В общих чертах, датчики света и инфракрасные датчики являются важными инструментами для улучшения окружающей среды разными способами. В то время как световые датчики в основном используются для оптимизации уровней освещения и улучшения роста растений, инфракрасные датчики в основном используются для контроля температуры и повышения энергоэффективности. Обе технологии могут снизить потребление энергии, снизить затраты и улучшить здоровье и благополучие людей и окружающей среды.

На сегодняшний день существует множество коммуникационных протоколов и платформ для передачи данных, которые используются в электронных системах мониторинга окружающей среды. Некоторые из наиболее распространенных протоколов связи, используемых в электронных системах мониторинга окружающей среды,

включают Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee и LoRaWAN. Эти протоколы имеют различные преимущества и недостатки в зависимости от приложения. Электронные системы экологического мониторинга могут быть подключены к различным платформам, включая облачные платформы, мобильные приложения и веб-приложения. Эти платформы предоставляют централизованное место для хранения, анализа и визуализации данных об окружающей среде.

Важно отметить, что электронные системы мониторинга окружающей среды имеют множество преимуществ, включая более высокую точность, хорошее временное и пространственное разрешение и возможность предоставлять данные в режиме реального времени. Эти системы могут обеспечивать раннее предупреждение об опасностях для окружающей среды и способствовать быстрому реагированию на экологические происшествия. Однако применение электронных систем мониторинга окружающей среды связано с рядом проблем: высокая стоимость оборудования, необходимость обеспечения безопасности данных, потребность в специализированных технических знаниях для их применения [5].

Также важную роль в обеспечении мониторинга окружающей среды выполняют протоколы связи, поскольку они облегчают передачу данных между датчиками, устройствами мониторинга и системами управления данными. Протоколы связи определяют правила и форматы обмена данными, гарантируя бесперебойную и эффективную связь устройств друг с другом. В мониторинге окружающей среды протоколы связи позволяют датчикам и другим устройствам мониторинга передавать данные об окружающей среде в центральную систему управления данными. Например, датчики, измеряющие параметры качества воздуха или воды, могут использовать протоколы беспроводной связи, такие как Wi-Fi, Bluetooth или Zigbee, для передачи данных в центральную систему управления данными. Распространенные протоколы связи показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распространенные протоколы связи

Использование протоколов связи в мониторинге окружающей среды обеспечивают:

- совместимость форматов данных: Протоколы связи гарантируют, что разные устройства могут взаимодействовать друг с другом, даже если они изготовлены разными производителями или используют разные технологии. Это улучшает функциональную совместимость систем мониторинга окружающей среды, позволяя собирать данные из широкого круга источников. Протоколы связи помогают стандартизировать форматы данных, гарантируя, что данные, собранные из разных источников, можно будет легко интегрировать и анализировать;
- масштабируемость систем мониторинга. Протоколы связи позволяют масштабировать системы мониторинга окружающей среды по мере необходимости. По мере того, как в систему добавляется больше датчиков или устройств мониторинга, протоколы связи обеспечивают эффективную передачу данных и управление ими;
- обмен данными в режиме реального времени: протоколы связи позволяют системам мониторинга окружающей среды предоставлять данные в режиме реального времени, позволяя специалистам по охране окружающей среды быстро реагировать на изменяющиеся условия или возникающие угрозы.
- стандартизацию данных. Протоколы связи могут помочь стандартизировать форматы данных, гарантируя, что данные, собранные из разных источников, можно будет легко интегрировать и анализировать.

Суть вышеизложенного сводится к следующему: электронные системы мониторинга окружающей среды являются важным инструментом мониторинга окружающей среды и управления процессами по ее улучшению. Электронные системы мониторинга окружающей среды предоставляют точные данные об условиях окружающей среды в режиме реального времени, что делает возможным принятие обоснованных управленческих решений.

При этом, применение электронных систем мониторинга окружающей среды связано с рядом нюансов, описанных ниже:

- высокие затраты на их установку, эксплуатацию и обслуживание;
- техническая сложность;
- вероятность проблем с качеством данных. Несмотря на преимущества описанных электронных систем, проблемы с качеством данных все же могут возникать. Например, на электронные системы мониторинга окружающей среды могут влиять ошибки измерения, дрейфы датчиков или пробелы в данных из-за сбоев оборудования или перебоев в подаче электроэнергии.
- необходимость соблюдения требований кибербезопасности.

Для устранения и минимизации влияния перечисленных нюансов необходимы постоянные исследования и разработки электронных систем мониторинга, а также политика и правила, поощряющие внедрение и стандартизацию этих систем. Следовательно, будущие разработки в области электронных систем мониторинга окружающей среды, необходимо сосредоточить на повышении точности датчиков, разработке более эффективных протоколов и платформ связи и решении проблем безопасности и конфиденциальности данных. Кроме того, важным направлением развития электронных систем мониторинга окружающей среды является обеспечение безопасности данных, например, за счет внедрения надежного шифрования данных и контроля доступа, анонимизацию или обезличивание данных, где это возможно, а также разработку четких политик и процедур для обработки, хранения и обмена данными.

Кроме того, прозрачность и подотчетность необходимы для укрепления доверия и обеспечения ответственного использования данных. Организации экологического мониторинга должны быть прозрачными в отношении данных, которые они собирают, того, как они используются и кто имеет к ним доступ. Они также должны нести ответственность за защиту конфиденциальности данных и реагирование на утечки данных или другие инциденты безопасности. Таким образом, уделяя приоритетное внимание конфиденциальности и безопасности данных и применяя прозрачные и подотчетные методы, организации по мониторингу окружающей среды могут помочь гарантировать, что их системы ответственно и устойчиво способствуют улучшению состояния окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колковский, Ю. В. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса / Ю. В. Колковский, А. В. Криштопов, А. И. Кудря, В. В. Груздов // Мир о науке и земле – 2018. – С. 134–136.
2. Бабкин, А.А. Инженерно-технические средства охраны и надзора: назначение и классификация. Свойства, способы переработки, области применения / А. А. Бабкин, 2020. – 185 с.
3. Козинцев, В. И. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды/ В. И. Козинцев, В. М. Орлов, М. Л. Белов // Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана – 2002. – 527 с.
4. Терентьев, А. М. Сетевой мониторинг. Том 2. Развитие и применения/ А. М. Терентьев., 2022. – 38 с.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

О. А. Прихач^{1,2}, П. К. Шалькевич^{1,2}

O. A. Prikhach^{1,2}, P. K. Shalkevich^{1,2}

¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь
shalkevich@iseu.by

²Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск., Республика Беларусь

¹International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, the Republic of Belarus

²Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

Рассмотрены задачи в области природоохранной деятельности, решаемые при помощи географических информационных систем (ГИС). Также рассмотрены подходы к классификации ГИС, которые используются в природоохранной деятельности и дана краткая характеристика программному обеспечению, применяемому в качестве ГИС для обеспечения природоохранной деятельности.

The tasks in the field of environmental protection which could be solved with the help of geographic information systems (GIS) are considered. Approaches to the classification of GIS used for environmental protection are also considered. And a brief description of the software used as a GIS for environmental protection is given.

Ключевые слова: географические информационные системы, природоохранная деятельность.

Keywords: geographic information systems, environmental protection.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-327-330>

Географические информационные системы (ГИС) – это аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий ввод, манипулирование, анализ и вывод пространственно-координированных данных о территории, социальных