

Umarova M.; Kholdarov R.: Obtaining a filter material used in gas and air purification. E3S Web of Conferences – 2023. – Volume 371, – p.1012 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101012>.

4. Egamberdiev E.; Ergashev Y.; Turabdjanov S.; Abdumavlyanova M.; Makhkamov A.; Rashidov, Sh.; Karimov, Sh.: Effect of chitosan on the surface properties of cellulose-based paper obtained from the flax plant. E3S Web of Conferences – 2023. – Volume 371, – p.1010 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101010>.

5. Arslanov, Sh.; Turabdjanov S.; Azimova, Sh.; Azimov D.; Sul-tankhojaeva N.; Egamberdiev E.: Physico-chemical properties and research of acids contained in oils of Uzbekistan. //International Scientific Conference “Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East” (AFE-2022) / E3S Web of Conferences – 2023. – Volume 371., – p. 1021.

6. Ergashev Y.; Egamberdiev E.; Turabdzhanov S.; Akmalova G.; Isanova R.; Rashidov R.; Sobitov O.: Obtaining filter material from natural fiber composition and areas of its use. //International Scientific Conference “Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East” (AFE-2022) / E3S Web of Conferences – 2023. – Volume 371. – p.1047.

7. Egamberdiev E.; Turabdjanov S.; Akmalova G.; Mukhtarova N.; Ayubova I.; Mirzakhmedova M.; Rakhmonberdiev G.: Obtaining paper from composition of different fibers and its analysis. //International Scientific Conference “Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East” (AFE-2022) / E3S Web of Conferences – 2023. – Volume 371. – p.1004.

8. Egamberdiev, E.; Ergashev, Y.; Khaydullayev, K.; Husanov, D.; Rahmonberdiev, G. Obtaining paper samples using basalt fibers and studying the effect of natural glue obtained from chitosan on paper quality. // Universum: technical science – 2022. – Volume 4, – p. 14-18, <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13348>.

УДК 159.93 : 581.5 : 615.9

В. Д. Аверченкова, студ.;
А. Г. Дивин, проф., д-р техн. наук;
А. В. Козачек, доц., канд. пед. наук
(ТГТУ, г. Тамбов, Российская Федерация)

ИНФОРМАЦИОННО-СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Ухудшение состояния окружающей среды обусловило необходимость проведения постоянного контроля и мониторинга за парамет-

рами биосферы. При этом используются следующие методы анализа: химический, основанный на взаимодействии вещества пробы со специально подобранным реагентом; физический, заключающийся в определении искомого компонента пробы по ее физическим свойствам; биологический, подразумевающий суждение о состоянии природной среды по поведению живых объектов. Все эти методы могут применяться при дистанционном контроле, предполагающем наблюдение за объектом при помощи механизированных и автоматических устройств, что позволяет проводить исследования в недоступных человеку местах.

Для измерения параметров состояния среды в дистанционном экологическом мониторинге используются платформы различных типов: колёсная, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), стационарные посты и т.д. В настоящее время на кафедрах «Природопользование и защита окружающей среды» и «Мехатроника и технологические измерения» Тамбовского государственного технического университета ведутся работы по созданию роботизированной платформы для экологического мониторинга атмосферы в приземных слоях атмосферы. По своим возможностям, данная платформа должна компенсировать недостатки многих роботизированных механизмов.

Естественно, все эти устройства для измерений различных параметров используют сенсоры, которые подразделяются на такие типы, как электрохимические, электрические, магнитные, термометрические, оптические и биосенсоры. Среди электрохимических сенсоров можно выделить датчики с твёрдым и жидким электролитом. Первые представляют собой твёрдый и чувствительный к измеряемому газу электролит, расположенный между двумя электродами и установленный на платиновый нагреватель. Кроме этого, они содержат термистор для компенсации температурной зависимости. Данные сенсоры имеют небольшие размеры, низкую стоимость и длительный срок службы. Выходным сигналом данного датчика является ЭДС. Ее значения линейно зависят от концентрации исследуемого газа. В настоящее время такие датчики активно применяются для измерения концентрации углекислого газа [1].

Сенсоры на основе жидкого электролита состоят из капсулы, между которой и удерживающей её в корпусе шайбой размещена полупроницаемая пленка и чувствительный элемент, в качестве которого, в датчиках фирмы *Figaro* используется уникальный раствор кислоты, состоящий из специально подобранных компонентов. Такие сенсоры могут реагировать на кислород и угарный газ и обладают низким энергопотреблением в связи с тем, что они не содержат нагревателя. В качестве примера можно указать датчик серии SK-25F фирмы *Figaro*,

который обладает высокой избирательностью, выдаёт стабильную линейную статическую характеристику, а также имеет невысокую стоимость и не требует разогрева перед работой. Кроме этого, его результаты не влияют от положения в пространстве, но при этом зависят от атмосферного давления. Данный сенсор используется в медицине, пищевой промышленности, биотехнологии и во взрывоопасных местах [1, 2].

Среди электрических сенсоров наиболее известны полупроводниковые датчики. Их принцип работы заключается в следующем: исследуемый газ, диффузно пройдя через газопроницаемый элемент, попадает в реакционную камеру. Внутри неё находится газочувствительный элемент, который содержит в себе электрод, вставленный в платиновый нагреватель в форме спирали, на которое подаётся переменное напряжение. На него нанесено покрытие из керамики, которое также покрыто двумя слоями внутренний – из диоксида олова, внешнее – оксида алюминия. Исследуемый газ проникает во внутренний слой чувствительного элемента, увеличивая или понижая его сопротивление. Данный сенсор не имеет срока хранения, не потребляет много энергии, что позволяет использовать его в портативных приборах, и обладает высокой чувствительностью. Однако ему свойственны низкая селективность, невозможность использовать среди вредных примесей, снижающие чувствительность, и зависимость от температуры [3].

Среди магнитных сенсоров наиболее известен термомагнитный детектор, работа которого основана на способности газа (обычно кислорода), обладающий парамагнетизмом втягиваться в область с повышенной магнитной индукцией. Такой датчик может иметь различные конфигурации, одна из которых состоит из камеры в форме кольца с горизонтальной диаметральной трубкой, содержащей нагреватель и постоянный магнит. Принцип действия датчика основан на возникновении термомагнитной конвекции парамагнитных компонентов газовых смесей (кислорода). Данный сенсор может использоваться в тех местах, где важно контролировать концентрацию кислорода (в шахтах, системах жизнеобеспечения и т. д.) [4].

Оптические сенсоры способны определять и контролировать состав вещества не только в газообразной, но в жидкой и твёрдой фазах.

Большое распространение получили спектральные анализаторы, иначе называемые спектрометры. Их работа основана на том, что атомы вещества под воздействием внешней энергии испускают электромагнитные волны определённой частоты, которые разлагаются на спектры дифракционным, призмным или интерференционным методом. Данные приборы по принципу действия подразделяются на:

- ИК-спектрометр – высокочувствителен и прост в эксплуатации; используется для исследования ИК излучения;

- рентгено-флуоресцентный спектрометр – возбуждение атомов производится с помощью рентгеновского излучения; для улучшения результатов может потребоваться сложная подготовка пробы;

- атомно-эмиссионный спектрометр – самый распространённый и высокочувствительный, может одновременно определять несколько элементов в пробе; его работа основана на том, что атомы при внешнем энергетическом воздействии (например, за счет лазера) излучают электромагнитные волны;

- атомно-абсорбционный спектрометр – основан на том, пары пробы, образованные при помощи атомизатора, под воздействием излучения поглощают волны определённой частоты;

- Фурье-спектрометр – представляет собой интерферометр Майкельсона. Данный метод достаточно сложен, но более эффективен по сравнению с прямым анализом спектра.

Спектрометры широко используют в лабораториях, где проводят анализы в сфере химии, биологии, экологии, металлургии и т.д [5].

Также в экологическом мониторинге используются гиперспектральные камеры. На сегодняшнее время они стали более компактными, что позволяет устанавливать не только на спутниках и самолётах, но и на БПЛА, которые создают наибольшее удобство при зондировании (возможно менять высоту и объём съёмки). Такие приборы широко используются для контроля растительного покрова, своевременно выявляя больные растения, определения уровня загрязнённости воздуха и водоёмов, а также для мониторинга экстремальных мест [6].

Биосенсоры – сенсоры, чувствительным слоем которого является биологический материал (бактерии, ферменты, одноклеточные растения и грибы, ткани и т.д.). Они способны определить даже малые концентрации химических веществ. Работа биосенсора основана почти так же, как и у электрохимических датчиков. Такие датчики широко применимы в экологии. Так, они превосходно применяются при контроле и обнаружении в почве и в сточных водах концентрации вредных соединений, особенно те, которые могут нанести непоправимый вред природной среде (нефтепродукты, пестициды и т. д.) [7].

Таким образом проведенный обзор сенсоров для экологического мониторинга позволяет сделать вывод о необходимости использования мультисенсорной информационно-измерительной системы. Для роботизированной платформы в наибольшей степени подходят современные микропроцессорные датчики и гиперспектральные камеры, позволяющие вырабатывать необходимую информацию об окружающей среде. Применение технологий машинного обучения для обра-

ботки сигналов позволит повысить информативность и точность экологического мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова, И. Высокочувствительные датчики газа. Новинки от Figaro Engineering // Электроника: Наука, технология, бизнес. 2011. № 1(107). С. 64-70.

2. Боровский Е. Новые датчики газа фирмы Figaro // Компоненты и технологии. 2015. № 1. С. 12-14.

3. Поздова, А. К., Сердюк П. И. Газоанализаторы на основе полупроводниковых сенсоров для определения концентрации атмосферных загрязнителей // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России : Материалы II Всероссийской науч.-практ. конф., приуроченной к 55-летию кафедры гидрологии и природопользования ИГУ. 2019. С. 729-739.

4. Николаева А. А., Тимофеева П. Э. Измерение концентрации кислорода в воздухе с помощью термомагнитного газоанализатора // Инновационные технологии в машиностроении: сб. трудов IX Международ. науч.-практ. конф. 2018. С. 63-64.

5. Гноевая В. Г. Понятие и виды спектрометра [Электронный ресурс] // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015015854> (дата обращения: 06.01.2024).

6. Гиперспектральная съемка в мониторинге окружающей среды: обзор последних разработок и технологических достижений [Электронный ресурс] // Proxima. URL: https://gisproxima.ru/hsi_v_monitoringe (дата обращения: 08.01.2024).

7. Разумова М. В. Биосенсоры для мониторинга техногенного загрязнения окружающей среды // Экологическая безопасность в техноферном пространстве. 2018. С. 89-90.

УДК 625.768.5

С.В. Смирнова, доц., канд. техн. наук
(ФГБОУ ВО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия)

МОБИЛЬНАЯ СНЕГОПЛАВИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В настоящее время загрязнение окружающей среды приобрело огромный размах. Загрязнение имеет множество причин и одна из них несвоевременные уборка и утилизация снега.

В снег попадает огромное количество опасных химических веществ и соединений, которые при таянии попадают в почву, водосто-