

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Evans, Richard. E-commerce, Competitiveness and Local and Regional Governance in Greater Manchester and Mersey side: A Preliminary Assessment // Urban Studies. — С. 947–975.
2. Online Retail Industry Profile: United States // Datamonitor Plc. – 2012. – С. 1–36 З. Лось А.Б., Нестеренко А.Ю., Рожков М.И. Криптографические методы защиты информации. –М.: Юрайт, 2016.
3. Сергеева Ю. С. Защита информации. Конспект лекций / Ю. С. Сергеева. – М.: А – Приор, 2015. – 128 с.
4. Альферов А. А. и др. Основы криптографии: Учебное пособие. – М.: Гелиос АРВ, 2001. – 34 с.
5. Конеев И. Р., Беляев А. В. Информационная безопасность предприятия. – СПб.: Питер, 2001. – 87 с

УДК 004.896

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОЙ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВАРИАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ МОДЕЛЬНЫХ АНАЛИТОВ

Альсеитов Олжас Айдосович

olzhas010111@gmail.com

Магистрант 1-кого курса ОП 7М06306 «Системы информационной безопасности» факультета информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Сыдыков Данияр Маратович

ds.mag84@gmail.com

Магистрант 2-кого курса ОП 7М06306 «Системы информационной безопасности» факультета информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Сатыбалдина Д.Ж.

Одной из задач Экологического кодекса Республики Казахстан является работы по обеспечению постоянного и систематического сбора, накопления, хранения и анализа экологической информации, в том числе с использованием современных цифровых технологий [1]. В этой связи являются актуальными исследования связанные с разработкой недорогих, портативных и быстрых цифровых систем экспресс оценки качества воздуха во внелабораторных условиях.

В качестве потенциальных кандидатов для включения в цифровые системы экологического мониторинга для детектирования вредных примесей в воздухе предлагаются газоаналитические системы типа «электронный нос», которые основаны на сенсорной технология искусственного обоняния [2]. Достижения в развитии технологии газовых сенсоров, электроники, биохимии и искусственного интеллекта позволили разработать устройства, способные измерять и характеризовать летучие ароматы, выделяемые из множества источников, для многочисленных применений [3].

Газоаналитическая система типа «электронный нос» обычно состоит из мультисенсорной матрицы, блока предобработки информации, блока обработки сенсорных данных и библиотеки сенсорных откликов на известные газообразные вещества [4]. Матрица перекрёстно-реагирующих сенсоров представлена линейкой постепенно различающихся сенсоров, выбранных для реагирования на широкий спектр химических классов и распознавания аналитов и их смесей. Выходные данные от отдельных сенсоров собираются вместе и интегрируются для создания уникального цифрового отклика, наподобие отпечатка пальца, что позволяет осуществить идентификацию и классификацию аналитов. Одной из важных проблем сенсорной технологии искусственного обоняния является необходимость применения алгоритмов машинного обучения для предварительного длительного «обучения» сенсорной системы. После серии экспериментов с

известными газообразными веществами их соответствующие цифровые «отпечатки» сохраняются в базу сенсорных данных.

Для задач экологического мониторинга требуется провести многочисленные эксперименты по сбору сенсорных откликов на широкий класс модельных аналитов, проанализировать данные экспериментов и выделить идентификационных признаков модельных ароматических образцов и собрать обучающую выборку. Затем, используя методы машинного обучения, построить классификатор исследуемых газов, провести оценку производительности по точности распознавания и протестировать на тестовой выборке.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований производительности мультисенсорной газоаналитической системы типа «электронный нос» на основе металл-оксидных сенсоров, полученной по договору безвозмездной аренды от Лаборатории наноматериалов Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», РФ, Москва.

Для экспериментов был использован «электронный нос» на основе сенсорной матрицы из 8 коммерческих датчиков производства компании Hanwei Electronics: MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-5, MQ-7, MQ-8, MQ-9, MQ-135, которые чувствительны ко многим газам, а также датчики температуры и влажности (см. рис. 1).

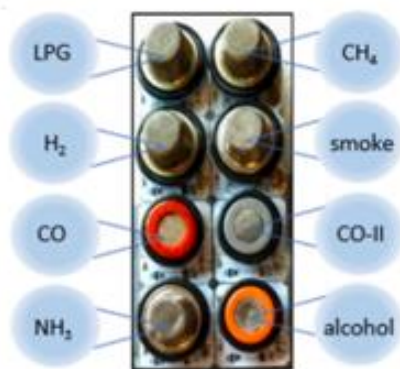


Рисунок 1 - Набор газовых сенсоров

Все датчики группированы на отдельной плате и подключаются через аналоговый коммутатор к аналого-цифровому преобразователю (АЦП). С АЦП оцифрованные значения сенсоров передаются на миникомпьютер Raspberry Pi 4, где записываются непрерывно в файл.

«Электронный нос» размещался в контейнере объемом 7 л для минимизации взаимодействия с окружающей средой. В контейнер в открытом бюксе вносился модельный аналит при помощи микролитрового дозатора. Варьирование объема (от 10 до 100 мкл) модельного аналита в жидком виде позволяет в ограниченном объеме изменять концентрацию его молекул в газообразном состоянии. В качестве исследованных модельных аналитов использованы пары трех химических соединений: этиловый спирт, ацетон, изопропиловый спирт.

Данные экспериментов записываются в тестовый файл в виде числовых значений электрических характеристик 8-ми металл-оксидных сенсоров на присутствие в воздухе паров модельных аналитов (паров спиртов) при разных концентрациях их паров в воздухе и разных температурах и влажности окружающей среды.

Пример формат представления данных в файлах каждого эксперимента представлен на рисунке 2. Из рисунка 2 видно, что каждую секунду эксперимента записываются значения электрической проводимости 8-ми сенсоров и значения температуры и влажности. В среднем для каждого аналита эксперимент продолжался около 30 минут, затем 10 минут подавался чистый воздух, после этого в исследуемую среду вносился следующий аналит и т.д., при продолжительности эксперимента в течении 3-х часов количество записей в одном файле составляло более 20 000 тысяч.

Обработка данных эксперимента в ручном режиме затруднительна. Учитывая, что необходимо получить релевантную (по результатам нескольких тысяч экспериментов) базу

данных сенсорных откликов для классификатора газов и выделить из нее обучающую и тестовую выборки, были выполнены работы по автоматизации обработки результатов эксперимента, визуализации графиков и их анализу.

2022-10-19 11_17_45_first – Блокнот

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка										
2022-10-19	11:17:45.443005				18304	36263	50610	45380	51416	55143	50635	51157	39.06	22.38
2022-10-19	11:17:46.627841				18015	35770	49316	43856	50564	54162	49610	50240	39.16	22.40
2022-10-19	11:17:47.785400				17839	35694	48274	43023	50010	53888	49291	49936	39.23	22.43
2022-10-19	11:17:48.976609				17646	35756	48073	42780	50255	54104	49244	49832	39.29	22.44
2022-10-19	11:17:50.175278				17739	35944	47565	42325	50177	54313	49274	49664	39.33	22.44
2022-10-19	11:17:51.356555				17599	35664	46996	41867	50286	54646	49265	49720	39.39	22.46
2022-10-19	11:17:52.546332				17707	36062	46879	41483	50283	54716	49321	49896	39.39	22.46
2022-10-19	11:17:53.737284				17485	35756	45762	40388	49416	53810	48640	49418	39.43	22.50
2022-10-19	11:17:54.927833				17397	35802	45559	40150	49543	54131	48447	49088	39.46	22.51
2022-10-19	11:17:56.121546				17336	35622	44842	39413	48905	53590	47990	48749	39.43	22.52
2022-10-19	11:17:57.308898				17191	35680	44595	39180	48960	53728	47936	48799	39.50	22.54
2022-10-19	11:17:58.498829				17176	35579	44088	38805	48758	53588	47841	48681	39.47	22.55

Рисунок 2 - Формат представления данных в файлах каждого эксперимента

Поэтому выполнена разработка программного модуля на языке Python для автоматизации обработки экспериментальных данных. Программа реализует следующие виды обработки:

- нормализация сопротивления каждого сенсора к его сопротивлению в воздухе без примесей (R/R_{air});
- вычисление изменений нормализованной проводимости сенсора на каждый газ;
- визуализация результатов экспериментов в виде зависимостей $\Delta R/R_{air}$ от времени, концентрации модельных аналитов, температуры и влажности;
- применение алгоритмов машинного обучения для распознавания образцов.

На рисунке 3,4,5 представлены результаты экспериментов в виде зависимостей сопротивления сенсоров от времени для трех концентраций модельных аналитов.

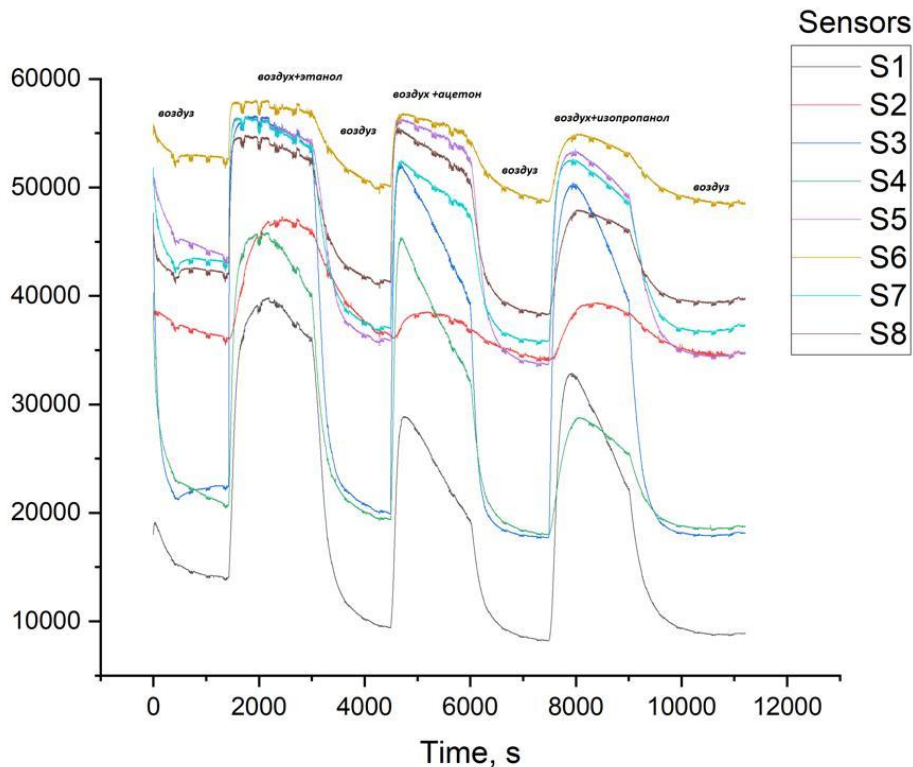


Рисунок 3. Изменение электрических характеристик сенсоров S1-S8 при последовательных измерениях в воздухе, воздухе и парах этилового спирта, в воздухе, воздухе и парах ацетона, в

воздухе, воздухе и парах изопропилового спирта. Объем вносимых жидких аналитов составлял 100 мкл.

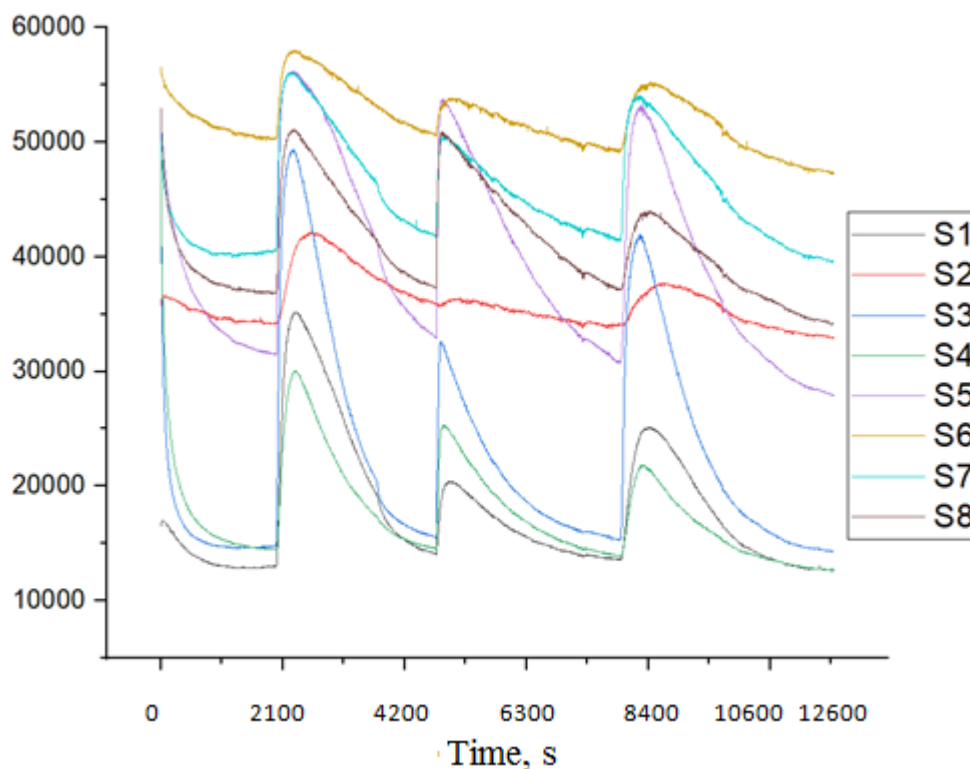


Рисунок 4. Изменение электрических характеристик сенсоров S1-S8 при последовательных измерениях в воздухе, воздухе и парах этилового спирта, в воздухе, воздухе и парах ацетона, в воздухе, воздухе и парах изопропилового спирта. Объем вносимых жидких аналитов составлял 50 мкл.

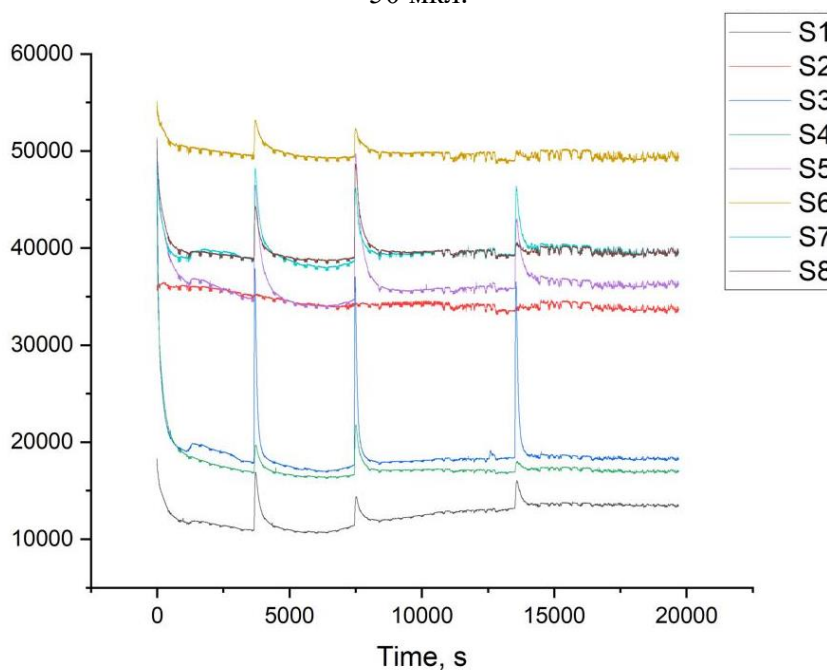


Рисунок 5. Изменение электрических характеристик сенсоров S1-S8 при последовательных измерениях в воздухе, воздухе и парах этилового спирта, в воздухе, воздухе и парах ацетона, в воздухе, воздухе и парах изопропилового спирта. Объем вносимых жидких аналитов составлял 10 мкл.

Используя данные по анализу сенсорных откликов, выделили участки, относящиеся к пикам полученных графиков, была создана база идентифицирующих признаков модельных аналитов. К полученным данным применили методы машинного обучения для обучения и тестирования классификатора газов (см. рисунок 6).

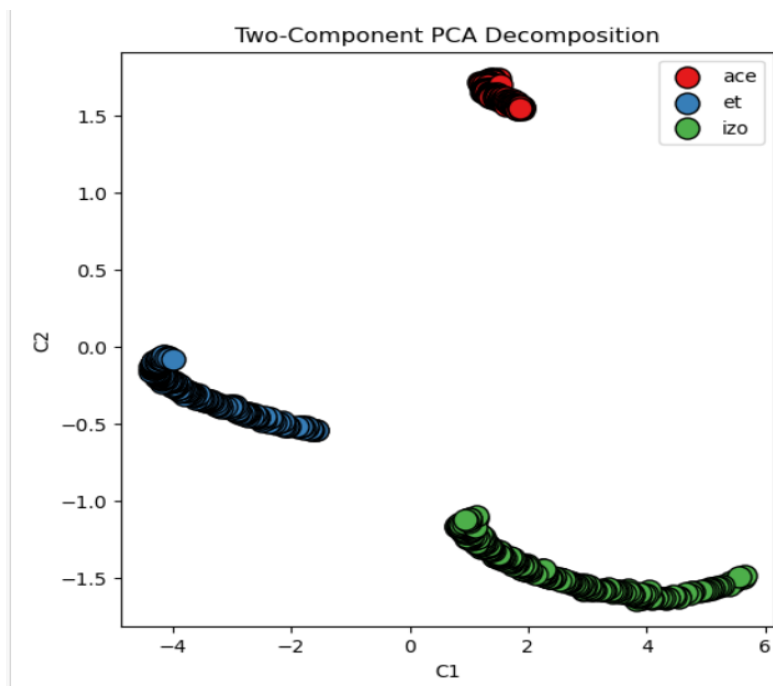


Рисунок 6. Применение метода PCA для разложения многомерного набора данных на отдельные компоненты

Проведенные экспериментальные исследования показали, что газоаналитическая система типа «электронный нос» позволяет выявить присутствие в окружающем воздухе модельные аналиты вплоть до очень низких концентраций, совокупность сенсорных откликов обеспечивает цифровой отпечаток летучих соединений, а алгоритмы машинного обучения, показывают высокую производительность при распознавании отдельных аналитов.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант AP14872171).

Список использованных источников:

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОДЕКС РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН, Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.
2. Persaud, K.C.; Dodd, G. Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose. *Nature* 1982, 299, 352-355.
3. Karakaya D., Ulucan O., Turkan M. Electronic nose and its applications: A survey // *International journal of Automation and Computing*. – 2020. – Т. 17. – №. 2. – С. 179-209.
4. Fedorov, F.S., Yaqin, A., Krasnikov, D.V., et al. G. Detecting cooking state of grilled chicken by electronic nose and computer vision techniques // *Food Chemistry*. – 2021. – Т. 345. – С. 128747.

ӘОЖ 004.421

ҚАЗАҚ ТІЛІНЕ АРНАЛҒАН СЕМАНТИКА МОДЕЛІ

Әділбек Құралай, Рахимова Диана Рамазановна
kuralaiadilbek1@gmail.com, di.diva@mail.ru

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы