

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения,
технологии и управления качеством

**КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА
В УЧЕБНО-НАУЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы
направления 27.03.02 «Управление качеством»,
профиля «Системы менеджмента качества инновационных организаций».
факультета нано - и биомедицинских технологий
Сафаровой Светланы Хасановны

Научный руководитель
профессор, д.т.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

личная подпись, дата

В.В. Симаков

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой
профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

личная подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия наблюдается интенсивное загрязнение атмосферы городов газообразными и пылевидными отходами транспортных средств и промышленных предприятий [1]. Они вызывают ухудшение условий существования человека и других организмов, создавая угрозу здоровью населения, нарушению климата в локальных и глобальных масштабах [2]. Экологическое состояние воздушной среды городов напрямую влияет на качество воздуха в помещениях, так как загрязнители из воздуха вне помещений попадают в здания. Качество атмосферного воздуха, определяется совокупностью физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих степень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха. Качество воздуха рабочей зоны помещений должно быть таковым, чтобы окружающая атмосфера не оказывала вредного воздействия на человека.

Высокая работоспособность студентов, обучающихся в учебных лабораториях, сохраняется длительное время, если учебная деятельность протекает при благоприятных микроклиматических условиях и световом режиме помещений, правильном подборе мебели и т.д. При этом особое внимание необходимо уделять состоянию воздуха в учебных помещениях. Повышенная температура и влажность, бактериальная загрязнённость, повышенное содержание вредных для здоровья веществ органической и неорганической природы, ухудшение ионного состава воздуха способствуют нарастанию утомления и снижению работоспособности обучающихся [3]. К настоящему времени, разработан целый ряд нормативных документов и критериев, регламентирующих предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны помещений. Поэтому контроль и анализ качества воздуха помещений, в том числе и учебных лабораторий учебных заведений, является **актуальной** задачей.

Для того чтобы проводить мониторинг качества воздуха рабочей зоны учебных лабораторий, необходимо иметь инструменты для экспрессных методов анализа содержания токсичных газов или горючих веществ в воздухе в режиме реального времени без трудоемких операций пробоотбора и пробоподготовки. Решение такой проблемы возможно с использованием тест-методов, газовых сенсоров и сенсорных систем на их основе, созданных с применением микро- и нанотехнологий [4]. В настоящее время, для мониторинга состояния окружающей атмосферы широко используются полупроводниковые газочувствительных сенсоров и аппаратно-программные комплексы на их основе, позволяющие определять концентрации примесей различных газов и паров в окружающем воздухе.

Цель данной работы: разработка методики контроля содержания примесей различных газов в воздухе рабочих зон лаборатории материалов и покрытий СГУ.

Для достижения цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) анализ нормативной документации по системам стандартов безопасности труда (ССБТ) в учебных лабораториях;
- 2) сбор данных о состоянии воздуха рабочих зон в лаборатории материалов и покрытий СГУ;
- 3) анализ полученных результатов по содержанию примесных газов в пробах.
- 4) рекомендации по улучшению качества воздуха в лаборатории материалов и покрытий.

Практическая значимость работы заключалась в разработке методики анализа окружающей среды рабочих зон учебных лабораторий на основе многомерного анализа сигналов мультисенсорных систем типа «электронный нос».

Методология и методы исследований базируются на современных методах газовой сенсорики, которые позволяют в реальном времени проводить

мониторинг состояния окружающей среды с помощью анализа методом главных компонент и самоорганизующихся карт Кохонена.

Структура и объем бакалаврской работы. Работа изложена на 54 страницах машинописного текста и включает 16 рисунков, 2 таблицы, состоит из введения, 5 глав, заключения и списка использованных источников, содержащего 43 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы, формулировку цели и задач исследований, раскрывает научно-практическую значимость работы.

Первая глава посвящена аналитическому обзору и систематическому анализу литературных данных анализа нормативной документации по системам стандартов безопасности труда (ССБТ) в учебных лабораториях.

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе рабочей зоны нормируется несколькими документами, среди которых ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и гигиенические нормативы 2.2.5.1313-03 «ГН Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Содержание вредных веществ в воздухе регламентируется ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СНиП, отраслевыми правилами.

В стандарте ГОСТ 12.1.005-88 приведены основные определения, связанные с воздухом рабочих зон.

Отмечено, что содержание вредных веществ в воздухе рабочих помещений не должно превышать значений, приведенных в ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Общие санитарно-гигиенические требования к температуре, влажности, скорости движения воздуха и содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливает ГОСТ 12.1.005—76 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». Состояние воздушной среды рабочей

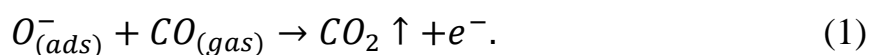
зоны в значительной мере определяет самочувствие работающего, а следовательно, его работоспособность и внимание к возможным опасностям.

Значения ПДК определены в государственных стандартах ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [5] и государственных нормативах ГН 2.2.5.1313–03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы» [6].

В нормативе ГН 2.2.5.1313-03 для некоторых веществ указаны предельно допустимые среднесуточные концентрации (ПДК с.с.) и максимальные разовые концентрации (ПДК м.р.).

Во второй главе рассмотрены методы контроля воздуха рабочей зоны. Для контроля окружающей среды и среды жизнедеятельности человека используют газочувствительные сенсоры. Подробнее рассматривался полупроводниковый тип сенсоров. Полупроводниковые сенсоры работают на окислении горючих газов и паров (также применяется катализатор разогретого элемента), однако измерению подлежит не температура воздуха, а насыщенность электронами, которые выделяются из полупроводникового слоя при реакции [7].

Например, в сенсорах на основе оксида олова определение концентрации СО определяется по изменению сопротивления чувствительного элемента. На поверхности диоксида олова при адсорбции молекулы угарного газа происходит химическая реакция окисления, в результате которой электроны, локализованные на адсорбированных частицах кислорода, возвращаются в материал активного слоя сенсора:



Соответственно, если концентрация СО в воздухе увеличивается, число освободившихся в ходе реакции (1) электронов возрастает, что приводит к понижению сопротивления чувствительного слоя сенсора.

Третья глава посвящена исследованию влияния состава окружающей среды на сигналы мультисенсорной микросистемы на основе тонкой пленки диоксида олова. Исследования газочувствительных свойств

полупроводниковых структур проводились с помощью аппаратно-программного комплекса [8] под управлением системы сбора и анализа данных LabVIEW 8.5.

В качестве газочувствительного слоя была использована тонкая пленка диоксида олова, который является полупроводником n-типа. Ширина запрещенной зоны SnO_2 составляет 3,54 эВ. Слои диоксида олова формировались методом высокочастотного магнетронного распыления мишени SnO_2 в смеси аргона и кислорода. Поверх пленки диоксида олова через маску напылялась система контактов.

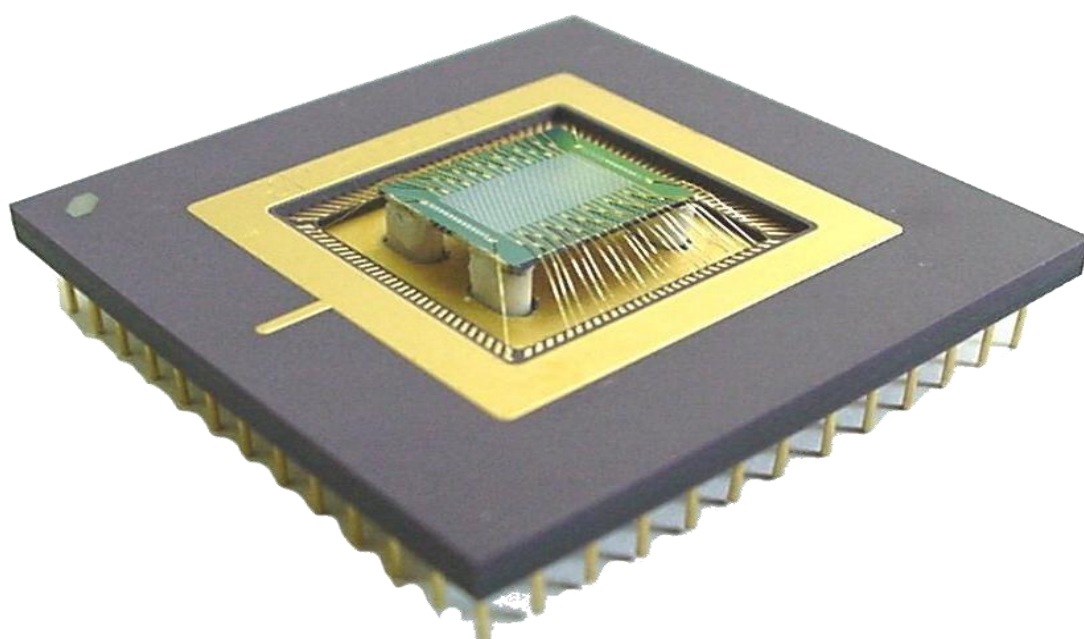


Рисунок 1 – Фотография мультисенсорной микросистемы на основе тонкой пленки диоксида олова

Интерфейс программы сбора и анализа данных LabVIEW 8.5 представлен на рисунках 4-5. В начале эксперимента устанавливаются необходимые параметры: температура в рабочей камере, скорость нагрева, расход газа, измерительное напряжение, ток светодиода, сопротивление нагрузки. Затем устанавливается методика эксперимента, время начала и окончания каждого этапа.

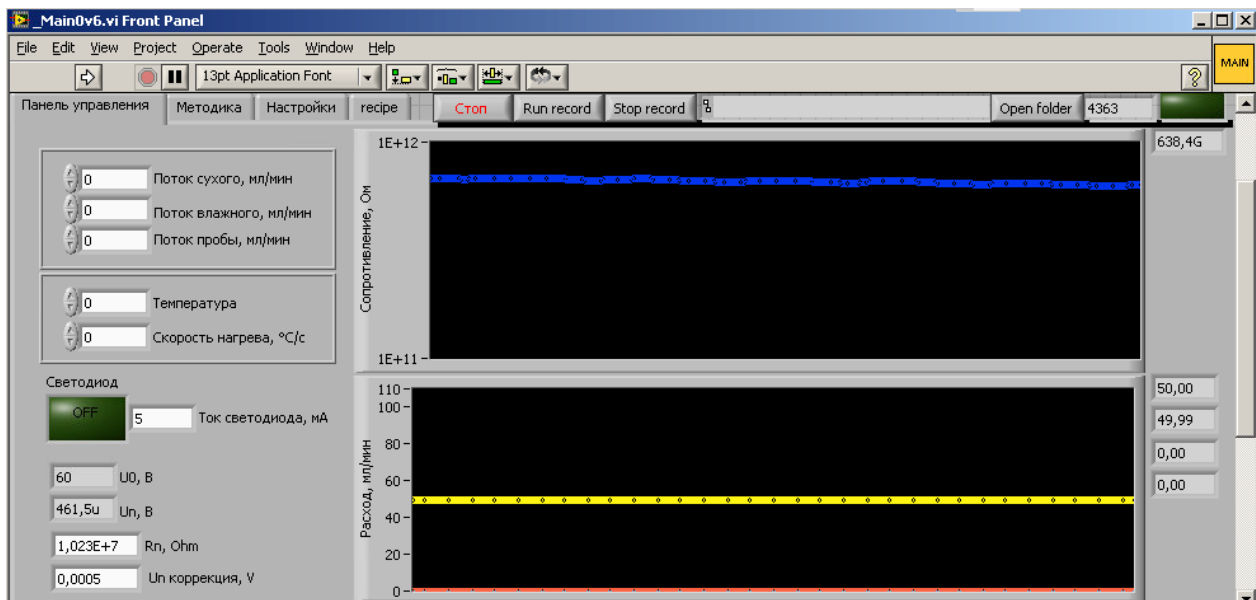


Рисунок 2 – Панель управления программы сбора и анализа данных
LabVIEW 8.5

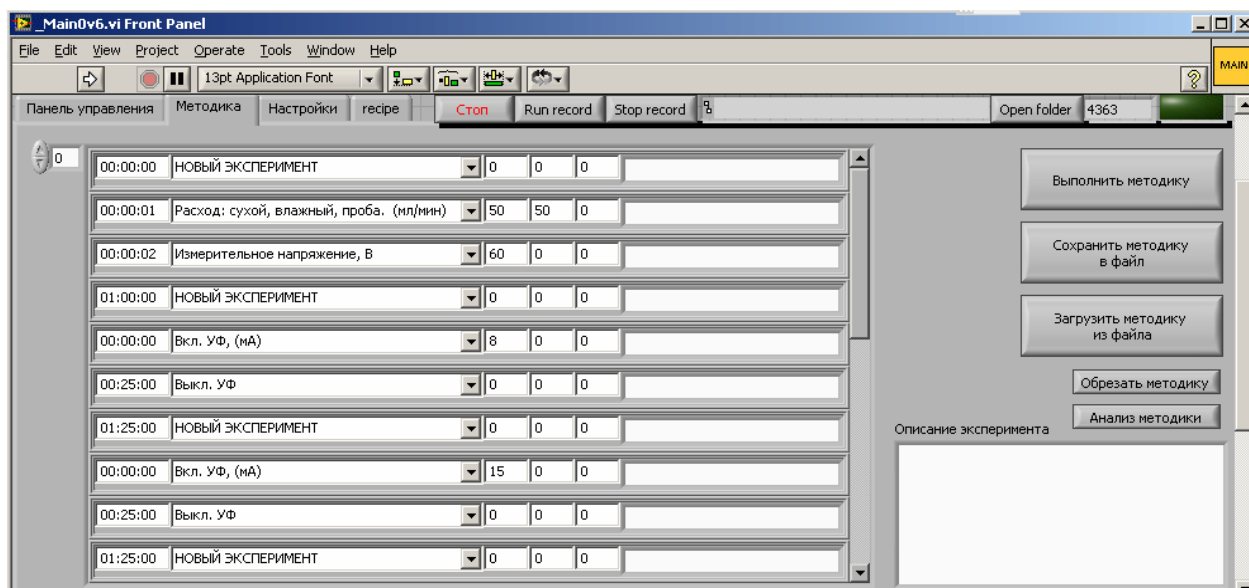


Рисунок 3 – Раздел методика эксперимента программы сбора и анализа
данных LabVIEW 8.5

Для исследования влияния аналитов на проводимость тонкой пленки диоксида олова в реакционную камеру в течение 10 минут напускались газовые пробы, содержащие бромоводород (HBr), фтороводород (HF) и диоксид серы (SO₂), затем проводимость восстанавливалась в атмосфере чистого осушенного воздуха. Измерения проводились при температуре 300°C.

В четвертой главе были рассмотрены методы анализа многомерных данных, такие как: метод случайного выбора k -ближайших соседей, сравнение методы классификации и кластеризации и использование самоорганизующихся карт Кохонена для визуализации многомерных данных.

В пятой главе представлены результаты исследований анализа состояния окружающей среды системы сенсоров с помощью метода главных компонент.

Проекция исходных данных на подпространство главных компонент (PC1, PC2, PC3)

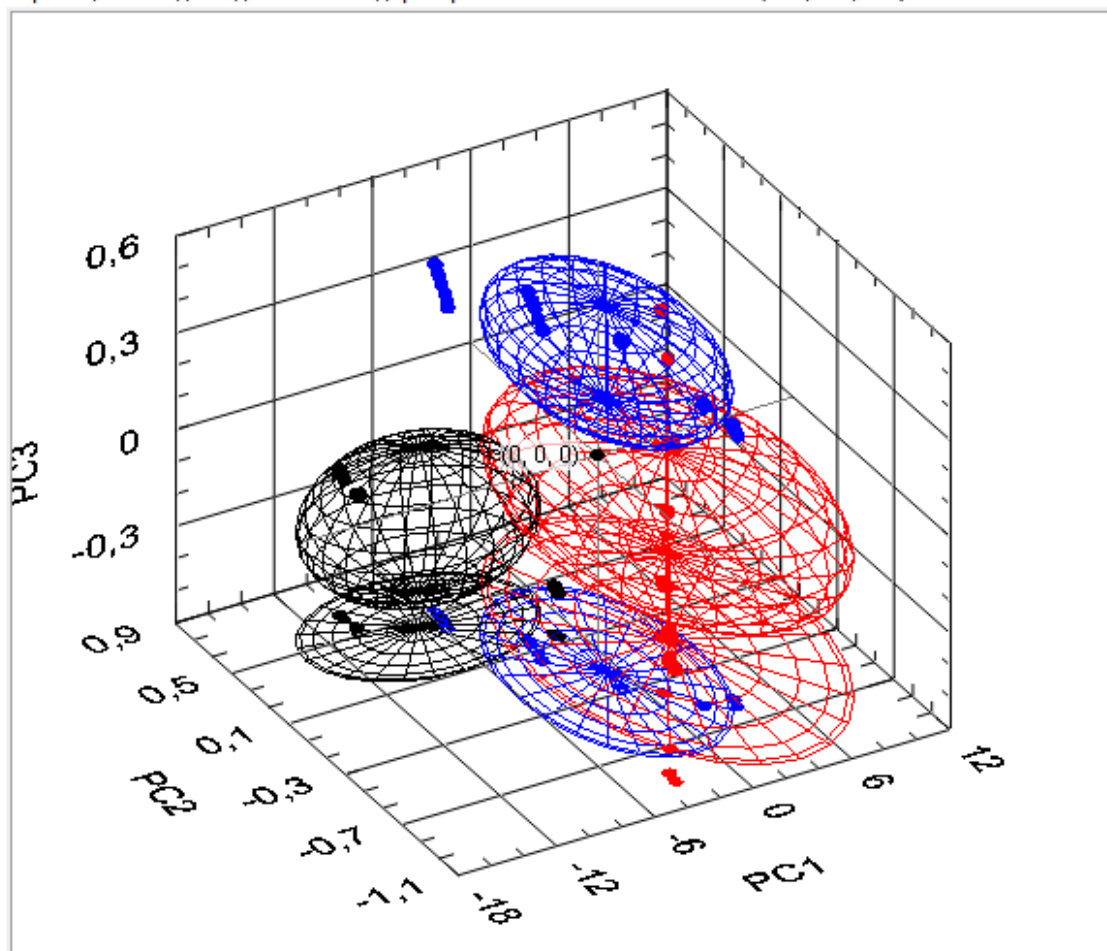


Рисунок 4 – Проекция исходных данных на подпространство главных компонент (PC1, PC2, PC3) в 3D пространстве

Для обработки данных и сокращения исследуемых параметров использовался МГК. Для анализа данных, МГК проецирует точки (сигналы отдельных сегментов мультисенсорной микросистемы) из одного 38-мерного пространства в другое пространство первых двух и трех главных компонент. Возникающие при этом остатки рассматриваются как шум, не содержащий

значимой физической информации. В это подпространстве можно ввести меру близости объектов, называемую расстоянием Махаланобиса (Mahalanobis), с помощью которой удастся решить многие проблемы качественного анализа [9].

Метод главных компонент применялся при работе с мультисенсорными системами для того, чтобы оценить возможности распознаванию (разделению) различных классов газовых проб с помощью мультисенсорной микросистемы.

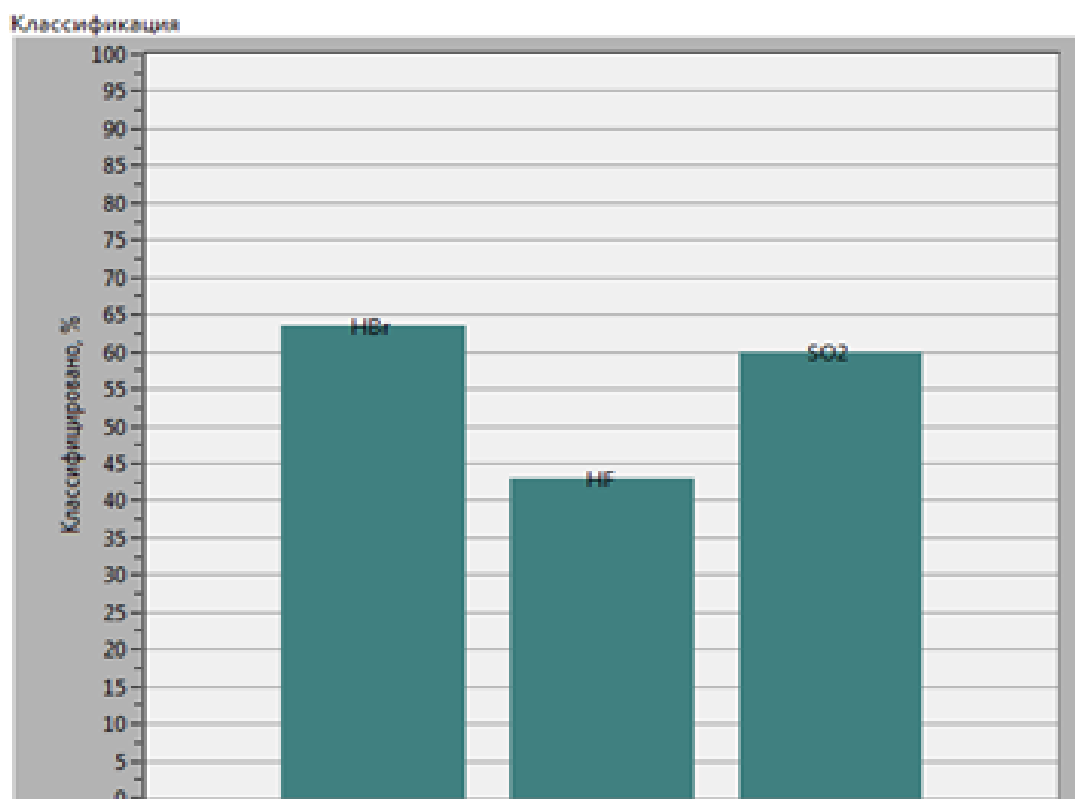


Рисунок 5 – Диаграмма классификации методом ближайших соседей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе разработана методика контроля содержания примесей различных газов в воздухе рабочих зон лаборатории материалов и покрытий СГУ с помощью многомерного анализа данных сигналов мультисенсорной микросистемы типа «электронный нос». В качестве инструмента анализа использовался метод главных компонент, который применялся для снижения размерности пространства сигнала мультисенсорной микросистемы и не приводил к существенной потере информативности анализа

содержания анализируемых газовых проб (бромоводород, фтороводород и диоксид серы).

Метод главных компонент позволяет учитывать эффект существенной многомерности данных и дает возможность лаконичного или более простого объяснения многомерных структурированных данных. Этот метод позволяет анализировать объективно существующие, непосредственно не наблюдаемые закономерности при помощи главных компонент, а также дает возможность достаточно просто и точно описать наблюдаемые исходные данные, структуру и характер взаимосвязей между ними. Сжатие информации получается за счет того, что число факторов или главных компонент – новых единиц измерения – используется значительно меньше, чем было исходных признаков.

В работе рассмотрено использование самоорганизующейся карты Кохонена, представляющей собой однослойную нейронную сеть с обучением без учителя, которая является методом проецирования многомерного пространства в пространство с более низкой размерностью, в данном случае, двумерное. Преимуществами этого метода являются устойчивость к зашумленным данным, быстрое обучение, а также возможность анализа многомерных входных данных с помощью визуализации. В процессе работы сети происходит вычисление общих признаков внутри большой входной выборки. Результатом работы является множество кластеров данных. Важной особенностью карт Кохонена является их способность отображать многомерные пространства признаков на плоскость, представив данные в виде двумерной карты, при помощи которой значительно упрощается кластеризация и корреляционный анализ данных.

Список цитируемой литературы

- 1 Воскресенская, О. Л. Организм и среда: факториальная экология / О. Л. Воскресенская, Е. А. Скочилова. Йошкар-Ола, 2005. 175 с.
- 2 Калверт, С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений / С Калверт, Г. Инглунд. М. : Metallurgia, 1988. 286 с.
- 3 Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек : учебное пособие для вузов / Ю. В. Новиков. М. : Фаир-Пресс, 2000. С. 197-198.
- 4 Золотов, Ю. А. История и методология аналитической химии / Ю. А. Золотов, В. И. Вершинин. М. : Издательский центр «Академия», 2007. 464 с.
- 5 ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М. : Стандартиформ, 2008. 49 с.
- 6 ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. М. : Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2003. 268 с.
- 7 Шацкая, Р. М. Газочувствительные сенсоры / Р. М. Шацкая. М., 2007. 15 с.
- 8 Симаков, В. В. Аппаратно-программный комплекс многопараметрического распознавания многокомпонентных газовых смесей на основе мультисенсорных микросистем / В. В. Симаков, Л. В. Никитина, И. В. Синёв // БХЖ. 2010. Т. 17. С. 125-127.
- 9 Маесхалк, Р. Де. Расстояние Махаланобиса / Р. Де. Маесхалк // Журн. хемометрика и программируемые лабораторные системы, 2000. № 50. С. 1-18.