

Е. А. Цветкова¹, А. Л. Чеховский¹, Ж. В. Кадолич²

¹УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
кафедра зоологии, физиологии и генетики

²УО «Белорусский торгово-экономический университет
потребительской кооперации»,
кафедра товароведения

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ МАГИСТРАНОВ И АСПИРАНТОВ

В водных экосистемах вследствие антропогенного воздействия происходит резкое негативное изменение структуры водных биоценозов, снижается биоразнообразие, ухудшается качество воды. Для обеспечения устойчивого развития экосистемы и ее нормального функционирования, необходима разработка, внедрение и постоянное совершенствование

способов, критериев и методов оценки качества воды, экологического состояния водоемов и водотоков.

В общеобразовательном процессе изучают физические, химические и биологические методы оценки контроля загрязнения различных водных систем, в том числе и воды [1].

Преимуществами физических и химических методов являются: определение физических и химических характеристик в определенный момент времени и их взаимодействия между собой; высокая точность данных; маленькая погрешность. Способы этой группы позволяют более достоверно выявлять распределение в окружающей среде загрязняющих компонентов и контролировать ореолы загрязнения.

Однако физические и химические методы обладают и рядом недостатков: на практике обнаружение, картирование и мониторинг ореолов загрязнения проводится по ограниченному комплексу показателей, и его результаты не во всех случаях могут быть признаны достоверными; повышение надежности контроля требует значительного увеличения контролируемых показателей, что неизбежно приводит к увеличению стоимости и трудоемкости исследований; производится определение только абиотических факторов, что недостаточно для представления полной картины о состоянии воды и ее воздействия на живые организмы.

Биологический метод измерения загрязнения вод осуществляется биоиндикацией и биотестированием. Эти методы позволяют определить сложные комплексные показатели, которые при физико-химических методах определить невозможно; позволяют быстро установить санитарное состояние воды, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме; способны дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения. Однако имеются и недостатки: невысокая надежность за счет того, что реакция тестового организма в лабораторных условиях не всегда адекватна реакции биоты реального природного объекта; отсутствуют универсальные тестовые организмы, дающие однозначную реакцию на широкий спектр загрязняющих веществ; высокая трудоемкость способа, а наиболее достоверные результаты достигаются лишь путем многолетних исследований. Необходимо отметить, что быстрые колебания степени загрязнения воды плохо уловимы биологическими методами и для их наблюдения лучше подходят физико-химические методы.

Очевидно, что никакой единственный критерий или метод исследования качества воды не может передать всю информацию о сложности многокомпонентной системы поверхностных вод. Анализ существующих методов показал, что на сегодняшний день, не предложен

универсальный метод, который бы позволял быстро и достаточно достоверно указать на наличие загрязняющих веществ в водоеме или водопроводе. В связи с этим, по-видимому, целесообразно ввести в образовательный процесс изучение метода изотермической деполяризации (ИТД), основанного на релаксации заряда в поляризованном диэлектрике. Для реализации метода используют компьютеризированный программно-аппаратный комплекс АИР-1 [2–4]. Принцип действия комплекса состоит в наложении электрического поля на исследуемую жидкодисперсную систему с последующей регистрацией ее отклика. Этот комплекс работает в режиме реального времени, а продолжительность эксперимента составляет всего 10–30 секунд, при этом осуществляется автоматическое вычисление интегральной и дифференциальной кривой распределения частиц по размерам и выдача результата на экран монитора.

Согласно методике комплексных электрофизических исследований, которую реализует АИР-1, для контроля жидкодисперсных систем используют следующие параметры: удельную электрическую проводимость в функции времени $\chi(t)$; скорость изменения электропроводности $d\chi/dt$; зависимость электропроводности χ от амплитуды переменного тока $\chi(A)$ и от частоты $\chi(\omega)$; эквивалентную (приведенную) электропроводность $\lambda = \chi/c$ и зависимость ее от концентрации $\lambda(c)$; ток деполяризации $I(t)$ и $\ln I(t)$, $dI(t)/dt$; полный дипольный момент единицы объема; эффективное время релаксации τ ; фактор деполяризации F ; тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta(\omega)$ и $d\text{tg}\delta(\omega)/dt$.

Методика исследования довольно проста. Данные регистрируют в виде массива значений напряжения в системе за определенный промежуток времени с выводением графических результатов на монитор компьютера. Полученный график дает информацию о характере электрофизических процессов, обусловленных изменением внутреннего строения вещества вследствие поляризации-деполяризации. Этот метод является экспресс-анализом, позволяющим определять концентрацию загрязняющих веществ, в сравнении с эталонной кривой.

Применение аналогичных методик в последние годы активизировалось. Их интенсивно используют при исследовании магнитодиэлектрических коллоидов, магнитных жидкостей и биологических жидкостей человека. Основные особенности прохождения тока в измерительных ячейках характеризуются образованием структурированного слоя твердой фазы в диффузионном приэлектродном слое, который препятствует движению ионов раствора, ведет к понижению проводимости приэлектродного слоя и появлению в системе объемного заряда. Образование вблизи электрода слоя частиц дисперсной фазы высокой

концентрации приводит к накоплению в ячейке электрического заряда, регистрируемого прибором.

В настоящее время метод ИТД апробирован для анализа пищевых продуктов (масло, молоко, вино), биологических жидкостей (кровь, моча, синовиальная жидкость), воды (водопроводная, колодцы, водоемы) и других жидкодисперсных систем [5-9]. Однако эти исследования были проведены только в чисто научных целях.

Таким образом, при внедрении метода ИТД в образовательный процесс магистрантам и аспирантам необходимо сформировать базы данных по материалам различных отраслей медицины и техники. Представленная методика может найти применение не только в экологии, биологии и химии, а также в гематологии, кардиологии, ревматологии и других областях медицины как простой и информативный метод диагностики.

По результатам исследований (при привлечении аспирантов программистов, физиков в рамках заданий Государственных научно-технических программ) может быть разработан миниатюрный компьютерный анализатор для получения экспресс-информации о физико-химической структуре исследуемой пробы, основанный на методе ИТД, имеющий габариты, соизмеримые с габаритами сотового телефона или наручных часов. Можно ожидать, что такой прибор будет иметь спрос не только в странах СНГ, но и сможет составить предмет экспорта Республики Беларусь и позволит сэкономить валюту при приобретении дорогостоящих приборов.

Список используемой литературы

1 Чеховский, А. Л. Оценка методов для определения уровня загрязнения водоемов / А. Л. Чеховский, Е. А. Цветкова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2017. – № 6. – С. 68–74.

2 Шаламов, И. В. Программно-аппаратный комплекс АИР-1 для контроля жидкодисперсных систем / И. В. Шаламов, И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова, В. А. Гольдаде // Приборы и техника эксперимента. – 2002. – № 6. – С. 143–144.

3 Шаламов, И. В. Электрофизический метод контроля жидкодисперсных систем / И. В. Шаламов, Л. С. Пинчук, И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова // Материалы, технологии, инструменты. – 2001. – Т. 6. – № 2. – С. 102–106.

4 Шаламов, И. В. Применение кондуктометрического метода при изучении структуры полимерных растворов / И. В. Шаламов, В. А. Гольдаде, Е. А. Цветкова // Материалы, технологии, инструменты. – 2007. – № 3. – С. 94–101.

5 Исследование электрофизических свойств жидкодисперсных систем методом изотермической деполяризации / И. В. Шаламов, И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова, В. А. Гольдаде // Материаловедение. – 2003. – № 3. – С. 26–30.

6 Влияние поляризации на электрофизические свойства ферритонаполненных жидкодисперсных систем / Е. А. Цветкова, И. Ю. Ухарцева, И. В. Шаламов, В. А. Гольдаде, Е. А. Сементовская // Пластические массы. – 2003. – № 4. – С. 19–21.

7 Феноменологическая модель процесса поляризации слабопроводящих жидкодисперсных систем / Гольдаде, В. А., Шаламов И. В., Цветкова Е. А., Ухарцева И. Ю., Сементовская Е. А. // Межд. научно-технич. Конф. «Поликом – 2003». – 22–24 июня 2003 г. / ИММС НАНБ; редкол.: В. Н. Адери́ха [и др.]. – Гомель, 2003. – С. 102–103.

8 Применение метода изотермической деполяризации для анализа дисперсных систем / И. И. Лиштван, Л. К. Мухин, В. Ш. Шмавонянц, И. В. Шаламов, В. В. Шевчук, Н. А. Цильков / Вести АН БССР. Сер. хим. наук, 1986. – № 3. – С. 27–31.

9 Сорока, Н. Ф. Электрофизиологическое исследование сыворотки крови больных ревматическими заболеваниями в сочетании с инфицированием вируса гепатита С / Н. Ф. Сорока, С. В. Губкин, Н. В. Капралов, И. В. Шаламов // Российский гастроэнтерологический журнал. – 1998 – № 4. – С. 20–25.