

БИОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Д.Н. Жданов, К.Ю. Ворошилов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Актуальность проблемы. Постоянное возрастание антропогенной нагрузки на окружающую среду, в т.ч. в виде увеличивающихся объемов и номенклатуры загрязняющих веществ, обуславливает повышение требований, предъявляемых к методам и средствам контроля качества природной среды.

Многообразные загрязняющие вещества, попадая в окружающую среду, могут претерпевать в ней различные превращения, усиливая или ослабляя при этом свое токсическое действие, которые невозможно выявить аналитическими методами. При этом технические и аналитические средства контроля не способны улавливать само действие. Отсюда очевидно дополнение аналитических методов контроля биологическими.

Биологический контроль основан на единстве органического мира, что позволяет по количественно измеряемым параметрам (тест-реакциям) лабораторных тест-организмов прогнозировать степень влияния действующего фактора (поля, вещества) на представителей других видов биологического мира.

Таким образом, использование биообъектов в технических системах позволяет повысить уровень информативности получаемых сигналов от объекта исследования, так как любое живое вещество обладает более высокой чувствительностью к внешнему фактору воздействия, чем техническое средство, что подтверждается работами [1, 2].

В соответствии с международными стандартами и российскими законами, необходимо несколько видов биотестов, так как различные реакции живого отражают воздействие различных вредных веществ.

Большой объем тестируемых проб предполагает переход к аппаратурным методам, которых на сегодняшний день очень мало.

Одним из параметров качества окружающей среды является токсичность – основная характеристика вредности для живого. Особенно важным представляется контроль качества водной среды, от которой существенно зависит в целом функционирование биосферы и жизнедеятельности человека, в частности.

В настоящее время широкое распространение уже получили методы и средства контроля токсичности, основанные на использовании хемотаксиса (направленное перемещение под действием химических стимулов) инфузорий *P. Caudatum*. Это удобный для пользователя, хорошо изученный, безопасный тест-объект, отражающий реакцию важного звена пищевой цепи водоемов. Однако данные методы контроля очень трудоёмки и требуют для применения дорогостоящее оборудование (термостаты, средства хранения тест-проб).

Цель научной работы – разработка современного метода и средства контроля токсичности водной среды для качественной оценки её загрязнения.

Перспективным направлением сегодня разработки средств и методов контроля можно считать использование в качестве многомерных биодатчиков семян растений, обладающих высокой чувствительностью к различным вредным факторам водной среды. Семена растений в процессе развития реагируют на ничтожные изменения интенсивности светового потока, обладают высокой чувствительностью к химическим веществам и прочим воздействиям, влияющим на природную среду.

Основными преимуществами датчиков, на основе семян, являются [3, 4]:

- возможность создания миниатюрных датчиков, способность конкурировать с микроэлектронными;
- высокая устойчивость семян к различным экстремальным факторам (например, сохраняют жизнеспособность при воздействии отрицательных температур в течение длительного времени);
- при проведении процедуры измерений потребуются менее сложные технические средства, чем при решении подобных задач с применением ферментов и других биологических веществ;
- взаимозаменяемость чувствительных элементов, так как имеется возможность отбора и отсортировки семян по равным массе, форме, размерам и другим параметрам.

Существуют методы контроля, в которых используются в качестве первичного измерительного преобразователя (ПИП) семена овса, пшеницы, подсолнечника, ячменя, бобов, моркови, цветов. При этом можно отметить, что использование зёрен пшеницы для индикации изменений в водной среде показано в работах [5-7].

Можно отметить также, что в работах [7, 8] показана высокая чувствительность зёрен пшеницы к концентрации ионов серебра, что свидетельствует о возможности распространения способа контроля для выявления вредных концентраций прочих химических веществ.

При этом для точности процесс измерения или контроля лучше всего осуществлять с помощью контрольно-измерительных систем, в состав которых входят специализированные аппаратные средства для получения первичной информации и вычислительные устройства в виде ПК для формирования управляющих воздействий и обработки результатов измерений.

Поэтому построение биосенсорной системы с использованием биообъекта в качестве ПИП можно представить в виде обобщённой структурной схемы (рис. 1).

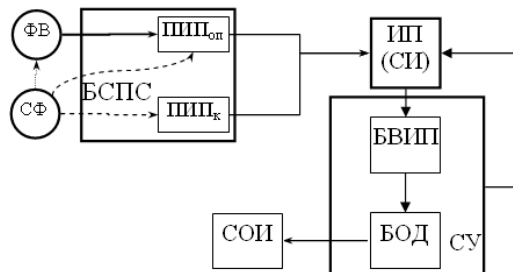


Рисунок 1 – Обобщённая структурная схема биосенсорной системы

Все биообъекты обладают свойством биологической изменчивости, следовательно, существенно зависят от условий внешней среды. Поэтому в общем случае биосенсорную систему строят по схеме, предполагающей сравнение параметров биодатчиков контрольного и опытного образцов – ПИП_к и ПИП_{оп}.

Блок стабилизации параметров среды (БСПС) поддерживает условия, необходимые для развития биообъектов и воспроизводимости реакции ПИП на воздействие.

На опытный образец оказывает влияние фактор направленного воздействия (ФВ). Кроме того, имеются случайные факторы (СФ), степень воздействия которых на биодатчики одинакова, но много слабее ФВ, что не приводит к значимому влиянию на него.

Для получения численного значения реакции биообъекта требуется измерительный преобразователь (ИП) или средство измерения (СИ), производящие измерения по сигналу системы управления, включающей также:

- блок выделения информативного параметра (БВИП) на фоне помех;
- блок обработки данных (БОД) – предназначен для получения результата статистической обработки массива измеренных значений реакций биодатчика. В блоке реализуется математический алгоритм, позволяющий получить воспроизводимый результат на основе исходных данных БВИП.

Система отображения информации (СОИ) предназначена для выдачи результата пользователю в удобном и наглядном для него виде.

Таким образом, синтез биологических объектов, способных обеспечить высокую чувствительность методов контроля и электронных технических средств, обеспечивающих высокую точность измерений и обработку получаемой измерительной информации, является современным способом построения методов и средств контроля водной среды для решения экологических задач.

Список литературы

1. Биосенсоры: основы и применения: пер. с англ. / Э. Тернер, И. Карубе, Дж. Уилсон; под ред. Э. Тернера. – М.: Мир, 1992. – 614 с., ил.
2. Будников Г.К. Биосенсоры как новый тип аналитических устройств // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №12. – С. 26-32.
3. Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития): учеб. пособ. / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко; под ред. проф. М.П. Цапенко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.
4. Алейников А.Ф. Многофункциональные датчики. – Новосибирск: РАСХН, 1991. – 36 с.
5. Аксенов С.И. Состояние воды в биологических объектах // Связанная вода в дисперсных системах. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – Вып. 5. – С. 46-75.
6. Бобров А.В. Исследование факторов, определяющих биологическую активность воды. / Полевые информационные взаимодействия // Сб. трудов. – Орел: ОрелГТУ, 2003. – 480 с.
7. Кондрашова А.Г. Неэлектрические и электрические методы контроля биологической активности воды и водных растворов: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.2005 / Кондрашова Анастасия Геннадьевна; АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, – 132 л.
8. Жданов Д.Н. Автоматизированная оптическая система контроля биологической активности растворов ионного серебра / Д.Н. Жданов, П.И. Госьков // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2007. – №10. – С. 50-53.