

ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

В. Г. Петрук¹, С. М. Кватернюк¹, В. В. Барун²

¹ Винницкий национальный технический университет, ул. Хм. шоссе, 95, 21021, Винница, Украина;

E-mail: petrukvg@gmail.com

² Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ЭТТ, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2938540

E-mail: sdick@bsuir.by

Abstract. The object of study is the method of assessment of ecological status of water bodies and control the integral toxicity of wastewater. Purpose of work is increase the speed and reliability of emission control waste water by biological indication for phytoplankton. Bioindication method for phytoplankton can comprehensively assess the integral water pollution as a result of many contaminants.

Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности приводит к увеличению техногенного воздействия на водные экосистемы за счет сброса загрязняющих веществ со сточными водами в местные водные объекты. Даже при наличии нового современного технологического оборудования ряд химических веществ, применяемых в производстве могут попадать в сточные воды, например, при нарушении технологических процессов или выходе из строя очистного оборудования. Поэтому тема оперативного контроля токсичности сточных вод является особенно актуальной для экологических инспекций. Значительную долю отходов антропогенного происхождения составляют биогенные органические отходы. При поступлении таких отходов со сточными водами в окружающую среду происходит ухудшение экологического состояния водоемов и снижения качества поверхностных вод.

Объектом исследования является методы оценки экологического состояния водных объектов и контроля интегрального уровня токсичности сточных вод. Целью работы является повышение быстродействия и достоверности контроля токсичности сточных вод на основе биоиндикации по фитопланктону. Актуальность темы вызвана необходимостью разработки новых методов и средств контроля состояния водных объектов на основе биоиндикации по фитопланктону, поскольку для традиционных, например, автоматизированной микроскопии, характерны низкие значения быстродействия и достоверности контроля.

Контроль содержания биогенных и токсичных загрязняющих веществ в водных средах может осуществляться методом биоиндикации по фитопланктону. Метод биоиндикации по фитопланктону позволяет комплексно оценить интегральное загрязнение водных объектов в результате действия многих загрязняющих химических веществ. При загрязнении водных объектов к ним могут поступать и накапливаться как устойчивые загрязняющие вещества, которые практически не разрушаются в естественных условиях так и вещества, имеющие природные механизмы усвоения в количествах, нарушающих баланс водных экосистем и их способность к саморегуляции. Существующие методики позволяют оценить эколого-санитарное состояние водных объектов, а также уровень токсичности с помощью биоиндикации. В частности, в “Едином межведомственном руководстве по организации и осуществлению государственного мониторинга вод”, действующем в Украине, биотестирования указанное как один обязательных методов анализа токсичности поверхностных вод. В данной работе выберем в качестве тест-организмов фитопланктон, что позволит анализировать класс качества воды, их сапробность и трофический уровень, а также оценивать токсичность. При этом задача контроля загрязнения трансформируется в определение концентрации фитопланктона в водной среде.

Исследование осуществляется на характеристических длинах волн пигментов фитопланктона, прежде всего хлорофилла. В этом случае наиболее информативными в видимой области спектра является фиолетово-синяя область 420..460 нм и красная область 660..700 нм. При дистанционном спектрополяриметрическом контроле загрязнения водных сред сравнивается яркость излучения, выходящего из водной среды в этих областях спектра. При этом существенный вклад в видимом и ближнем ИК диапазонах длин волн в измерительный сигнал вносит атмосферный аэрозоль и сигнал зеркального отражения от поверхности водного объекта в целом достигая до 90% сигнала яркости. Вклад, который дает атмосферный аэрозоль может быть компенсирован, как систематическая погрешность. Остаток, который будет составлять 1..2% определяется методической погрешностью, связанной с неточностью математической модели атмосферного аэрозоля. Составляющая сигнала яркости, который формируется за счет отражения от поверхности водного объекта, несет информацию о загрязнении его поверхности. Это, в первую очередь, загрязнение горюче-смазочными материалами, которые целесообразно исследовать в диапазоне волн около 400 нм. В качестве мощных источников излучения для этого диапазона используют импульсные лазеры на рубине с удвоением частоты (350 нм) или на иттрий-алюминиевом гранате с неодимом, работающих на третьей гармонике (355 нм).

Глубина на которой осуществляется дистанционный спектрополяриметрический контроль загрязнения водных сред ограничивается затуханием оптического излучения в слое толщиной $l = 3/\alpha = 3\lambda/4\pi k$, где α - коэффициент затухания, k - мнимая часть комплексного показателя преломления. Этот приповерхностный слой водной среды формирует 95% излучения. При этом в чистой воде, относится к 1 классу качества воды на длине волны 700 нм возможно исследование слоя толщиной до 8,7 м. Изменение длины волны в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне позволяет контролировать загрязнение в приповерхностном слое необходимой толщины.

Предлагается контролировать концентрацию частиц фитопланктона с помощью спектрополяриметрического метода, который заключается в сравнении массивов спектрополяриметрических изображений частиц фитопланктона, полученных *in vitro* с помощью ПЗС-камеры на характеристических длинах волн пигментов [1]. Также возможно контролировать концентрацию фитопланктона *in situ* на основе определения цвета в проточном резервуаре и сравнения его со шкалой цветов, соответствующей известным концентрациям. При этом регистрация цвета также осуществляется ПЗС-камерой, а принятие диагностического решения экспертной системой на основе нечеткой логики.

Дальнейшие исследования загрязнения водных объектов спектрополяриметрическими методами связаны с применением телевизионных средств контроля и формированием наиболее информативных изображений путем оптимального выбора спектральных и поляризационных фильтров. При этом сравнивается матрица изображений водного объекта, полученных в нескольких спектральных диапазонах. Корреляционная обработка массив спектрополяриметрических изображений позволяет с высокой достоверностью локализовать место загрязнения водного объекта и оценить его величину. Следующим шагом является оценка ущерба для водных объектов от антропогенных и техногенных факторов и рекомендация мероприятий по компенсации ущерба водным ресурсам предприятием-загрязнителем.

Литература

1. Патент Украины №52754, МПК (2006) G01N 21/21 Устройство для контроля состояния полидисперсных биологических жидкостей на основе спектрополяриметрических изображений их частиц / Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Иванов А.П., Барун В. В.; заявка 22.02.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. №17.