

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

УДК 502.13:502.51

*Егорова Юлия Дмитриевна,
Сафаров Айрат Муратович,
кафедра прикладной экологии,
ФГБОУ ВО УГНТУ,
магистранты,
г. Уфа*

МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ПРОБ ВОДЫ

Аннотация. В статье описаны методы мониторинга поверхностных вод, отмечены достоинства и недостатки методологий. Рассмотрен метод усредненного пробоотбора воды открытых водотоков. Описаны основные показатели, определяющие качество воды, рассмотрен метод автоматизированного анализа проб воды, позволяющий осуществлять контроль качества поверхностных вод в режиме онлайн.

Ключевые слова: поверхностные воды, мониторинг, усредненный пробоотбор, автоматизированный анализ проб воды.

В настоящее время проблема негативного воздействия на водный бассейн России в районах, где интенсивно развита современная промышленность, стала занимать особо значимое место. Вопрос загрязнения водной части биосферы напрямую связан с вопросом экологической защиты поверхностных вод. Под поверхностными водами понимают воды, формирующиеся и находящиеся на поверхности земной оболочки. К ним относятся озера, реки, моря, океаны и другие водоемы[1].

Неотъемлемым этапом экологической безопасности является мониторинг всех компонентов экосистемы, в частности мониторинг водных объектов. Под мониторингом водных объектов принято считать совокупность последо-

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

вательно производимых наблюдений, сбор данных о качестве и состоянии водной среды, их обработка, а также прогноз возможных изменений. На данный момент к основным методам мониторинга относят физико-химические методы и биомониторинг.

В процессе физического мониторинга определяются органолептические показатели воды. К ним относятся запах, вкус, цвет, способность к вспениванию и светопроводимость. Такая оценка качества воды проводится специальными людьми-дегустаторами. Достоинством такого мониторинга является скорость и простота проведения анализов, без использования дополнительных приборов и оборудования. Недостатком же является то, что в процессе анализа невозможно более подробно оценить физические качества исследуемой воды.

Немаловажное значение для оценки состояния поверхностных вод имеет содержание в них растворенного кислорода. Именно во время химического мониторинга определяют одни из основных показателей качества воды – это биохимическая потребность в кислороде (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК) [2]. Методика выполнения измерения БПК выполняется в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97 [3]. Данная методика применима к поверхностным пресным, грунтовым и сточным водам. Особенностью метода является то, что при его проведении используют микроорганизмы. Они способны потреблять растворенный кислород при биохимическом окислении в воде органических и неорганических веществ. Данный метод называют скляночным методом определения БПК. Его проводят в течение 5 суток, без доступа света и при температуре 20° С. Для отбора исследуемой пробы применяют специальный аппарат – батометр. Анализируемая проба воды должна иметь рН в диапазоне от 6 до 8 единиц. Пробу воды насыщают воздухом, предварительно перемешивая ее в течение 1 минуты. После этого анализируемую воду

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

разливают в 3 пробирки. В первой пробирке определяют растворенный кислород, а оставшиеся помещают в темное место на 5 суток. По истечении данного времени в них определяют оставшийся растворенный кислород, а далее высчитывают среднюю величину [3].

Еще одним не маловажным показателем является ХПК, для определения которого используют ГОСТ 31859-2012 [4]. Данный метод пригоден для вод природных, сточных и питьевого назначения и относится к фотометрическим методам количественного анализа. В основе этого метода лежит использование градуировочного графика, отражающего зависимость между значением ХПК и оптической плотностью раствора. Пробу воды отбирают и помещают в стеклянную емкость, после чего при заданной температуре ее обрабатывают бихроматом калия и серной кислотой. В качестве катализатора окисления используют сульфат серебра. Также для снижения влияния хлоридов используют сульфат ртути (II). С помощью фотометрического анализатора определяют значение ХПК в выбранном интервале концентраций при известном значении длины волны. При длине волны от 420 до 460 нм измерение оптической плотности раствора позволяет определить значение ХПК в пределах от 10 до 160 мгО/дм³. При длине волны от 580 до 620 нм измерение оптической плотности раствора позволяет определить значение ХПК в пределах от 80 до 800 мгО/дм³. Значения ХПК в пределах от 80 до 160 мгО/дм³ разрешается определять как при длине волны от 420 до 460 нм так и при длине волны от 580 до 620 нм [4].

К биомониторингу относятся методы с использованием микроорганизмов. Одним из самых часто используемых методов на данный момент является метод определения токсичности воды с применением прибора «Биотестер». Чаще всего при проведении такого анализа в качестве тест-объекта используют инфузорий. Инфузории обладают способностью реагировать на по-

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

явление в жидкой среде вредных для их жизнедеятельности веществ, в результате чего идет хемотаксическая реакция, то есть тест-объекты начинают направленно двигаться по градиенту концентрации вредных веществ, тем самым избегая их негативного воздействия. Во время проведения анализа в кювету на слой микроорганизмов наслаивается слой анализируемой пробы воды. В случае отрицательного результата инфузории будут скапливаться в верхней зоне кюветы. Если же результат анализа окажется положительным, что свидетельствует о наличии в пробе токсичных веществ, то инфузории будут распределяться в ином порядке. Степень токсичности исследуемой пробы будет зависеть от количества перемещенных в верхнюю зону кюветы микроорганизмов. Определение токсичности пробы производится путем расчета соотношения числа клеток тест-объектов, наблюдаемых в контрольной и исследуемой пробе и характеризуется индексом токсичности, который является безразмерной величиной. Принцип действия прибора «Биотестер» основывается на определении изменения коэффициента пропускания, что связано с перемещением микроорганизмов во взвеси [5].

Основными недостатками всех вышеописанных методов мониторинга поверхностных вод является необходимость отбора анализируемой пробы воды лаборантами, транспортировка проб в стационарные либо передвижные лаборатории, в которых будет проводиться само исследование. Все эти процессы являются трудоемкими и занимают долгое количество времени.

В настоящий момент на кафедре «Прикладная экология» Уфимского государственного нефтяного технического университета разрабатывается новая методика мониторинга поверхностных вод путем создания станций автоматизированного контроля. Данная система будет включать в себя несколько этапов, ранее неиспользуемых в пробоотборе и анализе вод. Предполагается, что

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

такие станции будут расположены не в одном месте, а в нескольких местах по всей протяженности контролируемого водного объекта.

Первым этапом разрабатываемого метода будет усредненный отбор проб воды. Прототипом автоматического пробоотборника является устройство для отбора проб воды, представляющее собой контейнер, содержащий сам пробоотборник в виде насоса, приводимый в движение с помощью электромотора, размещенного также в герметичном плавающем контейнере. Отличительной особенностью данного устройства будет наличие трех потоковых линий, выполненных в виде параллельных трубок одного диаметра, но разной длины. Эти линии будут оснащены клапанами-регуляторами, позволяющими регулировать отбор анализируемых проб воды.

Следующим этапом будет перемешивание трех отобранных проб воды с разной глубины и передача усредненной пробы с помощью батометра непосредственно на саму станцию автоматизированного контроля для дальнейшего анализа. Станция будет представлять собой совокупность функционально объединённых измерительных приборов, датчиков и анализаторов. В состав станции будут входить следующие функциональные блоки: блок измерительных линий, блок фильтров, блок измерений показателей качества отобранной воды и блок стационарных поверочных установок.

Завершающим этапом будет передача полученных данных в контролирующие организации, которые смогут наблюдать за изменениями качества воды в системе онлайн. Проанализированная проба воды будет возвращена обратно в контролируемый водный объект с помощью специального трубопровода.

Так как особо негативное влияние на поверхностные воды оказывают нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленности, то целесо-

ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

образно будет располагать подобные станции вблизи источников возможного загрязнения.

Таким образом, рассмотренные физико-химические и биологические методы мониторинга на данный момент не являются совершенными, так как требуют относительно длительного времени для проведения необходимых анализов, трудоемки, а также не дают полного и достоверного представления о загрязнении водного объекта.

Предлагаемый метод мониторинга поверхностных вод путем создания станций автоматизированного контроля в разы сократит время проведения всех анализов, что позволит следить за состоянием водных объектов в режиме реального времени и оперативно решать вопросы, касающиеся качества воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий на качество поверхностных вод / А.М. Сафаров, Г.Г. Ягофарова, С.В. Леонтьева, Р.В. Сафарова // Водочистка. – 2015. – №7. – С. 17–21.
2. Оценка влияния нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий на гидросферу / Р.М. Хатмуллина, А.М. Сафаров // Химия и инженерная экология: сб. докл. XV Всерос. конф. с междунар. участием. – Казань, 2015. – С. 195–197.
3. Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде: федеративный природоохранный нормативный документ. – Москва, 2004. – С. 1–4.
4. ГОСТ 31859-2012. Метод определения химического потребления кислорода. – Москва: Изд-во стандартов, 2012. – С. 4–7.
5. Методика определения токсичности воды экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер». ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.2-98: федеративный природоохранный нормативный документ. – Москва, 2015. – С. 7–10.