

РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

УДК 556.11; 621.382.029.6

МОБИЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ ПРИРОДНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ

В.А. Журавлев, Е.Ю. Коровин, А.А. Павлова

В статье приводятся лабораторные и натурные испытания мобильного прибора на основе нерегулярного микрополоскового резонатора для контроля экологического состояния природных водоисточников.

Ключевые слова: микрополосковый резонатор, проводимость, диэлектрическая проницаемость, экология, контроль качества воды.

Введение

На сегодняшний день вопрос об экологическом состоянии водоисточников стоит все более остро и является проблемой мирового масштаба. Прежде всего, это связано: с уменьшением запасов опресненной воды; с нарастающими потребностями современного общества в опресненной воде; с увеличивающимся числом крупных техногенных катастроф и аварий; с несанкционированными выбросами отходов технологических циклов; с залповыми выбросами сточных вод.

Интересны также как с теоретической, так и с практической точек зрения наблюдения за сезонными изменениями проводимости воды природных водоисточников, позволяющие оценить динамику загрязнения в зависимости от времени года, а также обнаружить скрытые источники загрязнения и единичные выбросы вредных веществ промышленными предприятиями в реки и озера.

Это позволяет сделать вывод о том, что контроль экологического состояния природных водоисточников и определение качества воды, является актуальной задачей не только местного, но мирового значения.

Наибольшее распространение для дистанционного и непрерывного контроля качества воды и водных растворов применяются кондуктометрические и амперометрические устройства, работающие на постоянном токе или в области низких частот.

Радиофизический метод исследования, основан на исследовании микроволновых спектров комплексной диэлектрической проницаемости $\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon''$ полярных жидкостей, обладает рядом преимуществ по сравнению с другими индикаторными методами, используемыми для дистанционного контроля изменения свойств воды:

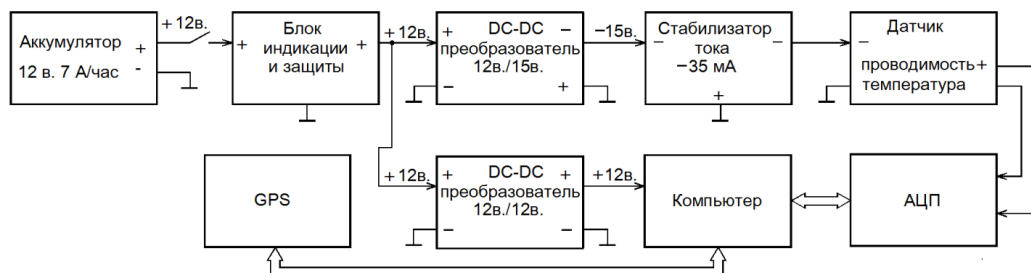


Рисунок 1 – Функциональная схема мобильного прибора

В микроволновом диапазоне частот происходит активное взаимодействие электромагнитного излучения с полярными молеку-

лами воды и водных растворов и наблюдается аномальная дисперсия диэлектрической

МОБИЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ ПРИРОДНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ

проницаемости – область наиболее чувствительная к изменениям состава и структуры.

Известно, что радиофизические методы отличаются высокой чувствительностью, малой инерционностью; возможностью проведения дистанционных исследований, в местах, недоступных другими методами измерений; удобной формой представления сигнала.

Микроволновые приборы миниатюрны, имеют малый вес, экономичны, что является необходимым для создания мобильной аппа-

ратуры, позволяющей проводить исследования как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Выше сказанное позволяет заключить о целесообразности использования датчиков на основе нерегулярных микрополосковых резонаторов для контроля степени и динамики загрязнения водоемов и выявления скрытых источников загрязнения. Функциональная схема мобильного прибора приведена на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты измерений растворов хлорида натрия.

№ измерения № раствора	1	2	3	4	5	6	$\langle x \rangle$	$\langle x^2 \rangle$	σ [мкСм/см]
1	41,3	39,7	41,1	42,1	39,8	41,1	40,85	1,0	41,0
2	80,2	81,1	79,08	81,3	81,1	79,6	80,52	0,8	80,5
3	221,0	221,0	221,0	219,0	221,0	219,0	220,33	1,0	221,0
4	340,0	339,0	339,0	339,0	341,0	341,0	339,83	1,0	340,0
5	421,0	419,0	421,0	421,0	420,0	421,0	420,50	0,8	420,5
6	520,0	521,0	522,0	521,0	523,0	521,0	521,33	1,0	521,0
7	662,0	661,0	662,0	663,0	662,0	660,0	661,66	1,0	662,0

Результаты и их обсуждение

Лабораторные испытания проводились на приготовленных растворах хлорида натрия с концентрациями от 1‰ до 7‰ в соответствии с методическими указаниями [1].

Для оценки погрешности измерений в соответствии современными метрологическими требованиями [2] была проведена серия измерений приготовленных растворов. Результаты проведенных измерений представлены в таблице 1.

координаты фиксировались GPS навигатором. На рисунках 2, 3 приведены результаты измерения проводимости и температуры, соответственно. Протяженность пути составила 1,9 км по руслу реки, измерения проведены в 936 точках, с шагом по времени в 3 с.

Увеличение проводимости с 500-ой точки вызвано сближением с местом впадения реки Ушайки проводимость, в которой выше, чем в реке Томь, что вызвано сбросом сточных вод в русло этой реки выше по течению.

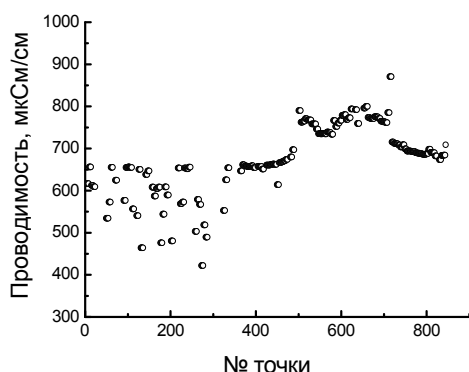


Рисунок 2 – Результаты измерения проводимости

Таким образом, видно, что среднеквадратичное отклонение результатов измерения проводимости не превышает 1 мкСм/см.

Натурные испытания прибора проводились в бассейне реки Томь. Географические

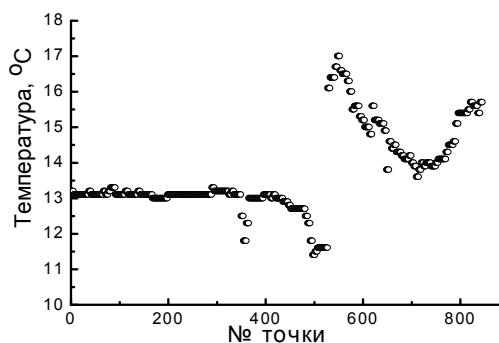


Рисунок 3 – Результаты измерения температуры

Данные результаты хорошо коррелируют с увеличением температуры в этой области, т.к. воды техногенного происхождения имеют более высокую температуру. По мере удаления от истока реки Ушайки наблюдается

РАЗДЕЛ IV. ИЗМЕРЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ, НАУКАХ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

уменьшение проводимости и температуры, это связано со смешиванием вод двух рек.

Еще одним местом испытания стал бассейн озера Сенная курья. Географические координаты, как и в предыдущем случае, фиксировались GPS навигатором.



Рисунок 4 – Траектория проведения измерений

На рисунке 4 изображен интерфейс разработанной программы обработки проведенных измерений.

Программа позволяет на спутниковых снимках или топографических картах отображать полученные результаты, изменение проводимости в цветовой гамме. На рисунке 4 изображена траектория движения, в точках которой были проведены замеры.

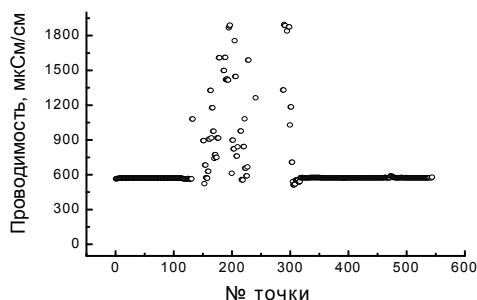


Рисунок 5 – Результаты проведения натурного эксперимента

Целью эксперимента являлось определение искусственно созданного источника загрязнения.

Для проведения эксперимента была использована пластиковая колба, с заранее подготовленными отверстиями.

Полость колбы заполнялась поваренной солью, после чего колба погружалась на глубину 1 м. Данная ситуация эмитирует источник загрязнения имеющий большую проводимость.

На рисунке 5 приведены результаты измерения проводимости.

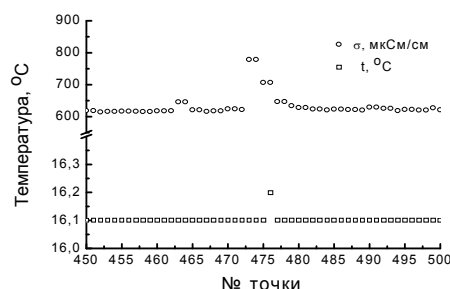


Рисунок 6 – Результаты проведения натурного эксперимента

Из полученных результатов видно: при сближении с «источником загрязнения» и удалении от него, происходит увеличение и спад проводимости соответственно; проводимость на значительных расстояниях от «источника загрязнения» практически постоянна.

При детальном рассмотрении можно выделить участок с точки с №450 по №500, который более детально представлен на рисунке 6.

Изменение проводимости, на этом участке, вызвано впадением в озеро ручьев на противоположном берегу от колбы. Такой вывод можно сделать по характеру поведения температуры в этой области, её изменение составляет менее 0,2 °C т.е. изменение проводимости вызвано повышенной минерализацией.

Работа выполнена в рамках: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 год» Мероприятие: 1.2.2; АВЦП 2.1.1/4513.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.И. Суляев Приготовление образцов для измерения электромагнитных параметров материалов // Методическое пособие. Томск. Изд-во ТГУ, 1996. 24 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5725-2 – 2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.

к.ф.-м.н, доцент **В.А. Журавлев** – ptica@elefot.tsu.ru, к.ф.-м.н **Е.Ю. Коровин** – korovin_ey@mail.tsu.ru, ассистент **А.А. Павлова** – кафедра радиоэлектроники Томского государственного университета, (3822) 413964, 634050 г. Томск пр. Ленина 36.