

собный связываться с БСА, в качестве темплата. Концентрацию вымываемого МС в этаноле и степень вымывания К (%) контролировали спектрофотометрически при 293 и 654 нм, а вымывание БСА оценивали при 220 нм.

Степень импринтинга МС составила 96%. Степень вымывания темплата этанолом при комнатной температуре в течение 1 ч составила 90%, через 7 часов 99,5%. Слабо связанный БСА в этих условиях вымывается в 1–2 отмывки по 1 ч. Было показано, что действие ультразвука приводит к значительному вымыванию белка. Поэтому оптимальными условиями отмывки темплата этанолом выбрали 5–9 ч при комнатной температуре и осторожном перемешивании, или кратковременное вымывание при нагревании при температуре до 45 °С, хотя последнее требует уточнения.

Сорбцию МС из  $2 \cdot 10^{-5}$  М в этаноле в течение 3 ч практически не наблюдали (для неимпринтованного образца она составила не более 4%). Степень извлечения МС из водного раствора (рН 7,4) значительно выше, при этом максимальная степень извлечения для импринтированного и неимпринтированного образцов через 1 ч составила 83 и 77%. Через 5 мин импринтированный образец извлекает 50% МС, а импринтинг фактор составил 1,5. Было показано, что сорбция МС из водного раствора подчиняется кинетике псевдо-второго порядка.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (программа «УМНИК», договор №0005443, УФО, Ханты-Мансийский Автономный округ – Югра АО).

---

## **Флуориметрическое определение бактериологических показателей качества природных вод**

Е.В. Булычева, О.А. Воронова, Е.В. Тимофеева  
Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

*Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, kosma13@yandex.ru*

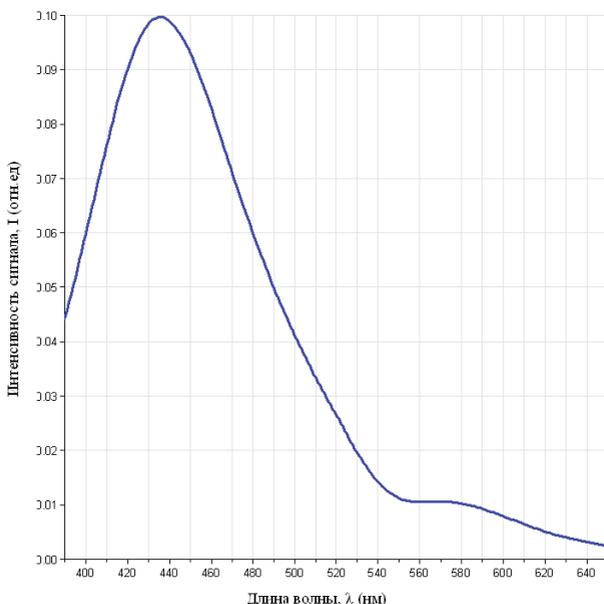
### **Введение**

На сегодняшний день, по данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), почти три миллиарда жителей нашей планеты употребляют некачественную воду. По статистике от употребления грязной воды, в мире ежегодно умирает 18 миллионов взрослых и 4 миллиона детей.

Качество природных вод – это совокупность их свойств, обусловленные характером и концентрацией содержащихся в воде примесей [1]. Одним из важнейших показателей качества природных вод являются бактериологические показатели, так как более половины случаев отравлений некачественной водой связано с содержащимися в ней микроорганизмами.

Создание чувствительных, экспрессных, точных и простых методик определения содержания бактерий в природных водах является актуальной задачей химиков-аналитиков всего мира. В последнее время стремительно развиваются инструментальные методы определения данного показателя. Например, метод нефелометрии, метод проточной цитометрии и т.д., однако, данные методы обладают рядом недостатков: высокая стоимость оборудования, необходимость оптической прозрачности среды и определенное минимальное содержание микроорганизмов в объекте исследования.

Перечисленных недостатков лишен флуоресцентный анализ, обладающей высокой чувствительностью, селективностью, простотой аппаратного оформления и экспрессностью.



**Рис. 1.** Спектр регистрации флуоресценции пробы воды из р. Ушайка

### Экспериментальная часть

Использование флуоресцентного анализа для определения бактериальной загрязненности природных вод основано на измерении интенсивности сигнала от внутриклеточного метаболита никотинамидадениндинуклеотид (NADH), которая напрямую зависит от количества микроорганизмов в объекте. Определяя по градуировочной зависимости количество бактерий, можно сделать вывод о степени бактериальной загрязненности исследуемой воды [2].

Для анализа была взята проба воды из р. Ушайка. Условия регистрации спектров флуоресценции были выбраны в соответствии с ранее проведенными исследованиями [3]. На рисунке 1 представлен спектр регистрации флуоресценции анализируемого образца.

Интенсивность флуоресцентного сигнала составляет 0,1 отн.ед. При пересчете по градуировочной зависимости в количественную характеристику, получили содержание бактерий  $3 \cdot 10^6$  КОЕ, что соответствует умеренно-загрязненной воде.

### Список литературы

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: ИНФРА-М, 2004.– 154 с.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».
3. E.V. Bulycheva et al. Fluorescence Analysis of E. coli Bacteria in Water // Procedia Chemistry 10 (2014) 179–183.

---

### Изотопная масс-спектрометрия биогенных элементов при анализе объектов окружающей среды

П.А. Акулов<sup>1,2</sup>, О.В. Ветрова<sup>2</sup>, В.Н. Мелков<sup>2</sup>  
Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. Г.В. Симонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, pitakul@mail.ru

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем  
Сибирского отделения Российской академии наук  
634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, vetrova.o@mail.ru

Основной принцип масс-спектрометрии – перевод нейтральных частиц в заряженные ионы, которые разделяются по величине отношения массы к заряду ( $m/z$ ). На основании общей картины распределения ионов по их массам (масс-спектр) можно идентифицировать химические