

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Сушкова Николая Ивановича
"Сочетание лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии и спектроскопии
комбинационного рассеяния света для установлении взаимосвязей элементного и
молекулярного состава зоопланктона", представленной на соискание ученой степени
кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия**

Разработка новых и совершенствование уже имеющихся в арсенале химиков-аналитиков высокочувствительных методов анализа является проблемой, решение которой дает существенный вклад в развитие не только фундаментальных основ аналитической химии, но и тех областей прикладной науки, где практически реализуются результаты анализов, полученные с использованием данных методов. Развитие лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии (ЛИЭС), основанной на возбуждении атомов определяемых элементов при их взаимодействии с лазерным излучением и регистрации образующихся спектров, в настоящий момент является одним из перспективных направлений современной аналитической химии. Сочетание результатов ЛИЭС с данными, полученными методами молекулярного анализа (например, спектроскопии комбинационного рассеяния света) открывает перспективу комплексного изучения химического состава объектов различной природы во многих областях научной и практической деятельности человека.

Помимо этого в работе решалась важная задача оценки возможности применения сочетания ЛИЭС-СКР для полуколичественного определения основных компонентов зоопланктона без использования образцов сравнения на примере ряда стандартных образцов биологической природы. Несмотря на то, что использование стандартных образцов состава в настоящий момент является общепринятым приемом при проведении количественного анализа, ограниченность подобного подхода вполне очевидна. Об этом, в частности, свидетельствует огромная и постоянно увеличивающаяся разница между количеством имеющихся аттестованных образцов состава и регламентированным перечнем объектов, для которых требуется проведение элементного и молекулярного анализа. Наиболее отчетливо данная проблема проявляется при решении задач экологического контроля. Совершенно очевидна важность проблемы экологического контроля окружающей среды в условиях постоянно возрастающей техногенной нагрузки на нее. Зоопланктон, как объект анализа, является достаточно объективным и стабильным индикатором техногенных загрязнений водной среды. В этом плане тематика рецензируемой работы, ориентированной на привлечение новых методов и подходов для решения задач экологического контроля, безусловно, указывает на ее актуальность.

Полученные в работе результаты убедительно свидетельствуют о расширении возможностей комплексного изучения элементного и молекулярного состава экологических

объектов при сочетании методов ЛИЭС и СКР: в частности, этими методами впервые были охарактеризованы образцы морского зоопланктона. В результате выполнения работы получен ряд новых данных по величинам содержания легких элементов в анализируемых пробах и выявлена их корреляция с некоторыми компонентами молекулярного состава.

Развиваемый в работе подход по моделированию спектров лазерного пробоя и выбор на основе этого оптимальных условий регистрации аналитического сигнала позволили автору оценить метрологические характеристики определяемых элементов без использования образцов сравнения.

Предложенные автором математические алгоритмы обработки данных, полученных при сочетании ЛИЭС и СКР, позволили выявить явные корреляции между особенностями элементного и молекулярного составов зоопланктона. В этом плане настоящую работу следует рассматривать как успешную попытку приложения многомерного корреляционного анализа в области экоаналитического контроля.

Полученные в работе результаты свидетельствуют о большом экспериментальном мастерстве автора и об его умении грамотно и корректно работать с полученными данными. Все это в совокупности характеризует высокую научную квалификацию диссертанта.

В целом по работе критических замечаний нет. Есть некоторые замечания, которые можно отнести к разряду пожеланий.

- В положениях, выносимых на защиту, по-видимому, было бы целесообразно объединить пункты 3 и 4, поскольку последний является не просто перечислительным дополнением, а наполняет конкретикой предыдущий пункт;

- Всеобъемлющие термины "молекулярный" и "вещественный" состав зоопланктона, используемые по тексту автореферата и в названии работы, очевидно следовало бы расшифровать более детально. Это, в свою очередь, в какой-то мере прояснило бы принцип выбора автором стандартных образцов, применяемых в работе;

В табл.1 опущена расшифровка обозначения "БОС-1а", в тексте не конкретизируется термин "строб".

Приведенные замечания никоим образом не снижают общей высокой оценки работы. Достоверность и новизна полученных результатов, а также корректность выводов, полученных на их основе, не вызывают сомнений.

По теме диссертации опубликованы 5 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых общеизвестными базами данных и рекомендованных в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.2. Аналитическая химия. Полученные результаты были представлены на ряде российских и международных конференциях.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным требованиям "Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова", предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Сушков Николай Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.

Борзенко Андрей Геннадьевич,

к.х.н., доцент кафедры аналитической химии
химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

119234, Москва, Ленинские горы, ГСП-1, МГУ,
д. 1, строение 3, химический факультет,
кафедра аналитической химии

Рабочий телефон: 81

31 октября 2025 г.

Подпись Борзенко А.Г. заверяю: