

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертационную работу Червонной Татьяны Артёмовны**  
**«Эколого-аналитический контроль загрязнения водных экосистем и**  
**почв полиароматическими углеводородами и полихлорбифенилами»,**  
**представленную на соискание ученой степени**  
**кандидата химических наук по специальности 1.5.15 – Экология**  
**(химические науки)**

Диссертационная работа Червонной Татьяны Артёмовны посвящена разработке методологических подходов и новых аналитических схем контроля загрязненности полиароматическими углеводородами (ПАУ) и полихлорированными бифенилами (ПХБ) водных экосистем и почв (донных отложений) для проведения экологического мониторинга.

Активная промышленная и хозяйственная деятельность является причиной загрязнения окружающей среды различными токсикантами, в том числе органическими, к которым относятся полиароматические углеводороды и полихлорированные бифенилы. Широкая распространенность данных токсикантов, справедливо называемых «суперэкоотоксикантами», а также низкая степень их деградации в объектах окружающей среды приводит к необходимости исследований по разработке способов получения достоверной информации о содержании ПАУ и ПХБ в природных объектах для целей экологического контроля, что обуславливает **актуальность** выбранной темы диссертационной работы. Кроме того автор в своих исследованиях следует современным тенденциям перехода к «зеленой химии», миниатюризации, повышению производительности и ускорению процессов анализа.

**Научная новизна и практическая значимость** работы не вызывает сомнений. Автором разработаны методологические подходы и методики контроля загрязненности ПАУ и ПХБ для экоаналитического мониторинга

водных экосистем, почв и донных отложений методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и газовой хроматомасс-спектрометрии (ГХ-МС). Разработаны аналитические схемы ГХ-МС определения ПАУ различной молекулярной массы и ПХБ различной степени хлорированности в природных водах, почвах и донных отложениях с дисперсионной жидкость-жидкостной микроэкстракцией смесями растворителей и экстракционным вымораживанием под действием центробежных сил. Получен патент РФ № 2019115408 на «Способ определения полициклических ароматических углеводородов в почвах и донных отложениях».

Методика ГХ-МС определения ПАУ различной молекулярной массы в природных водах метрологически аттестована и зарегистрирована в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений – ФР.1.31.2019.33863.

**Достоверность** результатов диссертационной работы подтверждена большим объемом экспериментальных и теоретических исследований с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим и диодно-матричным детектированием, метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием, планированием эксперимента, метрологической аттестацией разработанных методик, воспроизводимостью полученных результатов, не противоречащих литературным данным. В работе использовано современное аналитическое оборудование.

**Положения, выносимые на защиту**, являются обоснованными и соответствуют поставленным в работе задачам.

По результатам проведенного исследования опубликовано 16 печатных работ: 7 статей и 8 тезисов докладов, а также 1 патент РФ. Все статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и/или RSCI. Результаты работы были представлены на Всероссийских и международных конференциях.

Диссертация имеет следующую структуру: список используемых сокращений, введение, обзор литературы (аналитический обзор), экспериментальная часть и обсуждение результатов, выводы, приложения и список используемой литературы. Текст работы изложен на 183 страницах, включая 20 рисунков и 37 таблиц. В списке литературы 246 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы, сформулирована цель исследования и поставлены задачи для её достижения, показана научная новизна работы и её практическая значимость, отражены положения, выносимые на защиту.

В **главе 1 (Аналитический обзор)** автор приводит общие сведения о суперэкотоксикантах (ПАУ и ПХБ – аналитов в диссертационном исследовании), описывает существующие методы определения ПАУ и ПХБ в природных объектах, их возможности и особенности. Отдельное внимание уделено способам извлечения суперэкотоксикантов из природных вод, почв и донных отложений. Обзор литературы является достаточно полным, основан на значительном числе литературных источников и позволяет читателю получить представление о текущем состоянии исследований в области определения ПАУ и ПХБ в природных объектах, подтверждает актуальность выбранной темы диссертационной работы.

Выводы, сделанные по результатам литературного обзора, позволяют автору определить основную цель исследований – разработка методологических подходов и новых аналитических схем контроля загрязненности полиароматическими углеводородами и полихлорированными бифенилами водных экосистем и почв (донных отложений) для проведения экологического мониторинга, и сформулировать задачи для её достижения.

В **главе 2 (Экспериментальная часть и обсуждение результатов)** рассмотрены материалы, реактивы, используемое оборудование и условия

выполнения измерений, а также представлены и проанализированы полученные в ходе исследований результаты.

Исследованы особенности определения ПАУ и ПХБ в различных природных объектах с применением различных вариантов экстракционного извлечения и концентрирования аналитов с последующим хроматографическим анализом (ВЭЖХ-ФЛД/ДМД и ГХ-МС). На основе полученных результатов разработаны аналитические схемы группового и индивидуального определения ПАУ и ПХБ в водных объектах, почвах, донных отложениях. Приведены данные по валидации разработанных методик анализа, установлены их метрологические характеристики. Даны рекомендации по применению разработанных методик в зависимости от предполагаемого содержания целевых и матричных компонентов.

Автор приводит результаты апробации методик определения ПАУ, ПХБ в образцах воды, почвы и донных отложений реальных природных объектов. Оценена степень загрязнения органическими токсикантами почв Имеретинской низменности (г. Сочи), донных отложений Курчанского лимана (Темрюкский р-н) и Азовского моря (Темрюкский залив), а также вод озера Карасун (г. Краснодар), Азовского и Черного морей.

В разделе **Выводы** представлены основные выводы по выполненной работе. **Обоснованность выводов, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна** не вызывает сомнений.

**Автореферат** соответствует содержанию диссертации.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В главе 2 в разделе 2.3.3.1, посвященном выбору условий ВЭЖХ-ФЛД/ДМД детектирования ПАУ, на рисунке 4 отсутствует пик бенз[е]пирена. С чем это связано?
2. В главе 2 в разделе 2.3.4.3 на рисунке 12 представлена схема пробоподготовки почв и донных отложений. В схеме на первом этапе к навеске добавляют «экстрагирующую смесь». Что автор понимает под

этим названием? В тексте выше для извлечения ПАУ на первом этапе пробоподготовки описывали лишь ацетонитрил, то есть «экстрагент». Экстрагирующая смесь используется уже на этапе микроэкстракции.

3. Согласно приведенным результатам исследований для извлечения ПАУ из почвы и последующего концентрирования методом дисперсионной жидкость-жидкостной микроэкстракции к 0,5 г почвы добавляют 0,5 мл ацетонитрила, то есть соотношение 1:1. Какой тип почвы при этом использовали, и будет ли зависеть объем экстрагента от типа анализируемого объекта (почва, донное отложение). С чем связан тот факт, что в случае определения ПАУ и ПХБ при совместном присутствии, соотношение масса пробы:объем экстрагента увеличен до 1:5 (1 г почвы, 5 мл ацетонитрила). При этом в случае анализа воды соотношение объем пробы:объем экстрагента/диспергирующего агента одинаковы как при индивидуальном определении ПАУ, так и при совместном определении ПАУ и ПХБ.
4. При написании работы автор использует некорректные с точки зрения оппонента словосочетания, например «достоверные подходы», «системный подход к определяемым компонентам». Аббревиатура DLLME появляется по тексту ранее, чем ее расшифровка. С чем связана необходимость использования англоязычной аббревиатуры, при том, что в научных статьях встречается и русская версия – ДЖЖМЭ. Отсутствует единообразие при оформлении списка литературы, в частности названия научных статей приводятся в сокращенном и полном варианте.

Указанные замечания ни в коей мере не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа по актуальности решаемых задач, новизне, объёму выполненных исследований, уровню их обсуждения и практической значимости, обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций отвечает критериям «Положения о

присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в последней редакции), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15. Экология (химические науки).

Официальный оппонент:

кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории концентрирования  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена  
Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и  
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук  
(ГЕОХИ РАН)

Савонина Елена Юрьевна

*Савонина*

29.08.2024

Контактные данные:

тел.: 7(495)9397838, e-mail: [savoninae@mail.ru](mailto:savoninae@mail.ru)

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:

02.00.02 – Аналитическая химия

Адрес места работы:

119991, (г. Москва) г. Москва, ул. Косыгина, д. 19,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и  
Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической  
химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН),  
Лаборатория концентрирования  
Тел.: 7(499)1371484; e-mail: [director@geokhi.ru](mailto:director@geokhi.ru)

Подпись сотрудника

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена  
Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И.  
Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) Е.Ю. Савониной  
удостоверяю: *Депотпродолжител Стануба*

*ГЕОХИ РАН*

