

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Федерального  
государственного бюджетного  
учреждения науки

Институт геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева СО РАН  
академик РАН Н.П. Похиленко



« 12 » ноября 2015 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН (ИГМ СО РАН).**

Диссертация «**Геохимия урана в современных карбонатных отложениях малых озер (формы нахождения и изотопные отношения  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ )**» выполнена в лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Восель Юлия Сергеевна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН в лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216) в должности младшего научного сотрудника.

В 2008 году окончила геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») по специальности «геохимия».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 92 от 16.12.13 выдано от Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН.

**Научный руководитель – Страховенко Вера Дмитриевна**, доктор геолого-минералогических наук, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН в лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216) в должности ведущего научного сотрудника.

### **По итогам обсуждения принято следующее решение**

**Цель** диссертационной работы Ю.С. Восель – изучение форм нахождения урана в современных карбонатных осадках малых озер для обнаружения свидетельств образования собственных минеральных фаз урана (IV) на ранних стадиях диагенеза. **Объектами исследования** являются донные осадки соленых озер Приольхонья и пресных озер расположенных в Иркутско-Черемховской впадине.

### **Актуальность исследований и постановка научной проблемы**

В современных океанических восстановленных осадках многими исследователями установлено накопление урана и резкое увеличение его концентрации в определённых горизонтах. Накопление урана объясняют восстановлением уранил-иона и формированием

собственных соединений U(IV). В результате уменьшения концентрации уранил-ионов в поровом растворе, формируется градиент и, как следствие, возникает непрерывная миграция уранил-ионов вглубь осадка из водной толщи. Собственные аутигенные минералы U(IV) обнаружены методом электронной микроскопии и микродифракции только в фосфоритах континентальных шельфов. В других современных океанических и озерных осадках собственные минералы U(IV) не удалось зафиксировать ни с помощью электронной микроскопии ни других методов. Таким образом, возможность образования соединений U(IV) в осадках до сих пор остается только гипотезой. В то же время изменения валового содержания урана в разрезах океанических отложений уже широко используются при палеоклиматических реконструкциях в качестве маркера восстановительных обстановок в этих осадках. Предполагается, что резкое снижение окислительно-восстановительного потенциала приводит к появлению фаз U(IV) в осадках. Этот маркер иногда используют также и для описания восстановительных условий в осадках малых озер при палеореконструкциях климата голоцена. В отличие от гидроксидов Mn и Fe минеральные фазы U(IV) в восстановительных условиях химически инертны и их наличие удобно использовать не только как маркер современных восстановительных условий в осадках, но и древних. Таким образом, актуальность работы определяется необходимостью получения убедительных свидетельств образования соединений U(IV) в осадках и данных об их содержаниях.

### **Наиболее важные научные результаты полученные соискателем**

Проведен анализ литературных данных по теме исследования. Для максимально детального разделения аутигенного и литогенного урана в работе применена предложенная автором модифицированная методика селективного растворения (с использованием стадий растворения азотной кислотой разной концентрации) образцов донных осадков в сочетании с методом альфа-спектрометрии (использование изотопного отношения урана  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ). Это позволило получить информацию о наличии новообразованных собственных минералов U(IV) в колонках озерных осадков.

Разработан подход, позволяющий оценить содержание новообразованных слаборастворимых соединений U(IV) в осадках. Он успешно применён для установления содержания таких форм в отложениях нескольких малых озёр с карбонатным типом осадконакопления.

Предложенное в работе сочетание метода ЭПР и методики селективного растворения позволило измерить содержание Mn, входящего в карбонатную фазу, и отдельно в окси/гидроксидные фазы карбонатных осадков. Полученные в результате этого данные использованы для реконструкции окислительно-восстановительных условий в различных слоях донных отложений.

Экспериментально установлено, что в осадках исследованных озёр новообразованные слаборастворимые соединения U как по химическим свойствам, так и по окислительно-восстановительным условиям их локализации, соответствуют собственным минералам U(IV). Таким образом, получены экспериментальные свидетельства в пользу справедливости гипотезы об образовании в ходе диагенетических процессов собственных минеральных фаз U(IV).

Показано, что маркером восстановительных обстановок в изученных озерных осадках служит не увеличение валовых концентраций U, а присутствие новообразованных слаборастворимых форм U(IV).

### **Личное участие автора в получении результатов изложенных в диссертации**

Основу диссертации составляют исследования проведенные в 2009-2015гг. Лично автору принадлежит критический анализ литературы, а также участие в полевых работах, в постановке задач, непосредственное участие в планировании, подготовке и проведении экспериментов, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполнении расчетов и формулировании выводов.

## **Высокая степень достоверности и обоснованности результатов проведенных исследований**

Достоверность и обоснованность полученных результатов, определяется комплексным характером выполненных исследований, большим объемом фактического материала, удачным подбором объектов исследования, тщательной пробоподготовкой, использованием современных высокочувствительных аналитических методов, а также апробацией результатов исследований на российских и зарубежных конференциях.

## **Научная новизна и практическая значимость работы**

Результаты проведенного исследования позволили обосновать модель концентрирования урана на начальных этапах процесса диагенеза карбонатных осадков. Этот вопрос весьма важен, поскольку информация о механизмах накопления урана в экзогенных условиях представляет интерес в свете объяснения условий формирования гидrogenных урановых месторождений и поисков урановых руд.

Получены данные о распределении собственных новообразованных минеральных фаз U(IV) в разрезах осадков, представляющие ценную информацию об изменениях окислительно-восстановительных условий по разрезу осадков, которая может быть использована при палеоклиматических реконструкциях.

## **Соответствие темы и содержания диссертации.**

Диссертационная работа Ю.С. Восель представляет собой законченную научную работу, посвященную изучению форм нахождения урана в современных карбонатных осадках малых озер для обнаружения прямых свидетельств образования собственных минеральных фаз урана (IV) на ранних стадиях диагенеза. Область исследования полностью **соответствует формуле специальности 25.00.09 по геолого-минералогическим наукам по следующим пунктам: п.1.** Разработка принципов и методов оценки количества и состояния химических элементов и изотопов в природных объектах; **п.5.** Изучение состояния и форм нахождения химических элементов во всех типах природного вещества; **п.6.** Изучение закономерностей распределения химических элементов и изотопов в природных процессах; **п.7.** Изучение закономерностей концентрирования химических элементов в геологических процессах.

## **Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени.**

Основные научные результаты и материалы диссертационного исследования полно изложены в научных публикациях соискателя Ю. С. Восель (с соавторами). По теме диссертации опубликовано более 14 работ, в том числе 5 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

## **Основные публикации соискателя, в которых опубликованы материалы диссертации: статьи в журналах из списка ВАК**

1. Страховенко В.Д., Щербов Б.Л., Маликова И.Н., **Восель Ю.С.**, Закономерности распределения радионуклидов и редкоземельных элементов в донных отложениях озер различных регионов Сибири // Геология и геофизика, 2010, т. 51, №11, с. 1501-1514.
2. **Восель Ю.С.**, Страховенко В.Д., Макарова И.В., Применение метода последовательного выщелачивания и альфа-спектрометрии для изучения путей миграции и способов накопления U в компонентах озерных систем // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2014, №3с., Ч.2, с. 131-135.

3. Росляков Н.А, Жмодик С.М., Страховенко В.Д., **Восель Ю.С.** Геохимия урана в процессах выветривания и гидрогенного рудообразования // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2014, №3с, Ч.2, с. 97-102.
4. **Восель Ю.С.**, Страховенко В.Д., Макарова И.В., Восель С.В. Поведение урана и марганца в процессе диагенеза карбонатных осадков малых озер Байкальского региона // Доклады Академии наук, 2015, т. 463, № 3, с. 335-339.
5. Страховенко В.Д., Солотчина Э.П., **Восель Ю.С.**, Солотчин П.А. Геохимические факторы аутогенного минералообразования в донных отложениях Тажеранских озер (Прибайкалье) // Геология и Геофизика, 2015, т.56, №10, с. 1825-1841.

**в других изданиях:**

6. **Vosel Yu. S.**//Geochemistry of uranium in organic sediments of small lakes in the Baikal region// The 6th International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceedings of the Conference (9-23 June 2012, Novosibirsk, Russia). IGM, IPPG SB RAS & NSU, 2012, pp 229-230.
7. **Yu. Vosel**, V. Strakhovenko, I. Makarova // Geochemistry of uranium in the reduced carbonaceous sediments of small lakes in Baikal Region// Goldschmidt2013 Conference Abstracts// Florence, Italy, August 25-30, 2013, p. 2432.
8. **Восель Ю.С.**, Страховенко В.Д., Макарова И.В., Восель С.В., Вишневская И.А. Модификация метода последовательного выщелачивания для обнаружения собственных оксидных фаз урана в озерных осадках // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием, г. Владивосток, 6-11 сентября, 2015г [отв. Ред.: д.г.-м.н. Н.А. Харитонов, д.г.-м.н., проф. О.В.Чудаев] – Владивосток: Изд-во Дальнаука. – с. 559-562.

Диссертация «**Геохимия урана в современных карбонатных отложениях малых озер (формы нахождения и изотопные отношения  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ )**» Восель Юлии Сергеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых»

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216). Присутствовало на заседании 31 человек (из них 1 академик, 9 д.г.-м.н., 1 д.т.н., 11 к.г.-м.н., 2 к.х.н., а также 1 м.н.с., 1 аспирант, 3 вед. инж., 2 инж.). Результаты открытого голосования по вопросу принятия заключения по диссертации Ю.С. Восель: «за» - 31 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол от 2 ноября 2015 г.

Заключение оформил:



*Жмодик Сергей Михайлович*  
доктор геолого-минералогических наук, заведующий  
лабораторией геохимии благородных  
и редких элементов и экогеохимии (№ 216) ИГМ СО  
РАН