

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.02 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской
академии наук**

**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕРЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24 февраля 2016 г. №02/1

О присуждении Восель Юлии Сергеевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геохимия урана в современных карбонатных отложениях малых озер (формы нахождения и изотопные отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$)» по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», принята к защите 23 декабря 2015 г., протокол №02/12 диссертационным советом Д 003.067.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, д. 3), Приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Восель Юлия Сергеевна, 1984 года рождения, в 2008 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». В 2011 году окончила очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН.

В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН. (Лаборатория геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216)).

Диссертация 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.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, **Страховенко Вера Дмитриевна**, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии (№ 216), ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН.

Официальные оппоненты: 1) **Рихванов Леонид Петрович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет» 2) **Киселев Георгий Петрович**, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологических проблем Севера УрО РАН (г. Архангельск), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск) в своем положительном заключении, подписанном кандидатом геолого-минералогических наук,

старшим научным сотрудником ИГХ СО РАН Бычинским Валерием Алексеевичем и доктором географических наук, заведующей лабораторией геохимии континентальных осадков и палеоклимата ИГХ СО РАН Безруковой Еленой Вячеславовной, указала, что представленная на рассмотрение диссертационная работа является законченным научным исследованием, в основу которого положен хороший фактический материал. Защищаемые положения корректно сформулированы и обоснованы. Список используемой литературы показывает хорошую эрудицию Восель Ю.С. по затрагиваемым ею проблемам. Список опубликованных работ вызывает уважение.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации, из них опубликованы в рецензируемых научных изданиях – 5 работ.

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных 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 // ДАН, 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.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов (все положительные, из них 2 без замечаний) от: **1.** Е.В. Склярова член-корреспондента РАН, г.н.с. (ИЗК СО РАН); **2.** С.Л. Шварцева д.г.-м.н., г.н.с. (ТФ ИНГГ СО РАН) и М.Н. Колпаковой к.г.-м.н., н.с. (ТФ ИНГГ СО РАН); **3.** В.Ф. Ануфриенко д.х.н., в.н.с. (ИК СО РАН); **4.** С.И. Арбузов д.г.-м.н. профессора ТПУ и А.Ю. Иванова старшего преподавателя ТПУ; **5.** О.Г. Савичева д.г.н., профессора ТПУ; **6.** В.И. Шамина д.т.н. главного инженера АО «СХК»; **7.** Ю.В. Робертус к.г.-м.н., директор АУ РА «Алтайский региональный институт экологии» **8.** Е.П. Чебыкина к.х.н., с.н.с. (ЛИН СО РАН); **9.** П.Е. Михайлика к.г.-м.н., с.н.с. (ДВГИ ДВО РАН); **10.** Е.А. Вах к.г.-м.н., м.н.с. кафедры ДВФУ

В отзывах отмечено, что работа производит весьма благоприятное впечатление комплексным геолого-гидрогеохимическим подходом и глубокой проработкой фактического материала, и, несомненно, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Основные выводы и выдвинутые защищаемые положения вполне убедительно обоснованы и базируются на обширном фактическом материале. Представленная работа выполнена с использованием современных методов и имеет существенную научную новизну. Автором разработан новый подход для идентификации новообразованных собственных аутигенных минералов урана (IV) в донных отложениях, основанный на модифицированной методике последовательной

селективной экстракции, с последующим анализом изотопного состава урана в экстрактах и твёрдых остатках, что было совершенно необходимо, поскольку один из краугольных камней выводов диссертанта это обоснование присутствия фаз U(IV). Данный подход успешно опробован на осадках нескольких типов мелких озёр, с оценкой биогеохимических процессов. Аргументы и выводы диссертанта о том, что в озерных осадках присутствуют собственные минеральные фазы U(IV) и о том, что они являются аутигенными, представляются весьма убедительными. Отмечено, что обоснованным представляется тезис о том, что распределение урана и марганца в осадках более глубоких озёр аналогично таковому в океанических осадках. Так же важным выводом является утверждение соискателя, что использование валовых содержаний урана в качестве маркера восстановительных условий для океанических осадков не годится для озерных осадков. Зато в качестве маркера окислительно-восстановительных условий можно использовать изотопные отношения.

Основные замечания и предложения касаются следующего: 1) в автореферате не представлена информация о подготовке образцов к аналитическим исследованиям (д.г.-м.н. С.Л. Шварцев и к.г.-м.н. М.Н. Колпакова); 2) автор указывает только один из возможных механизмов накопления урана в осадках (к.х.н. Е.П. Чебыкин); 3) отмечено, что желательно измерять окислительно-восстановительный потенциал в самих осадках и/или их поровых растворах (к.х.н. Е.П. Чебыкин); 4) указывается на отсутствие в автореферате данных по балансу урана в продуктах селективного выщелачивания (д.г.-м.н. С.И. Арбузов, А.Ю. Иванов); 5) в автореферате не уделено должного внимания теме геологического строения региона, нет сведений о генезисе озерных котловин и об их водном и гидрохимическом режиме (д.г.-м.н. О.Г. Савичев, к.г.-м.н. Е.А. Вах); 6) замечены неточности и неполнота представления данных (д.т.н. В.И. Шамин); 7) из автореферата не ясно положение окислительно-восстановительной границы в донных осадках изученных озёр (к.г.-м.н. Ю.В. Робертус).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Рихванов Л.П. и Киселев Г.П. являются высококвалифицированными компетентными специалистами в области геохимии и изотопной геохимии урана в зоне гипергенеза. Оппоненты имеют ряд публикаций в соответствующей диссертации сфере исследований и способны объективно оценить данную работу.

Выбор ведущей организации (Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск)) обосновывается тем, что она имеет такие структурные подразделения как «Лаборатория геохимии континентальных осадков и палеоклимата», «Сектор физико-химического моделирования», «Лаборатория геохимии рудообразования и геохимических методов поисков», хорошо известные своими достижениями в данной отрасли науки, направление научно-исследовательской деятельности которых полностью соответствует тематике рассматриваемой диссертации и высококвалифицированных специалистов, несомненно способных определить и аргументировано обосновать научную и практическую ценность данной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: 1) **получены** убедительные экспериментальные свидетельства в пользу справедливости гипотезы об образовании в ходе диагенетических процессов минеральных фаз U(IV); 2) **показано**, что маркером восстановительной обстановки в изученных озерных осадках служит не увеличение валовых концентраций U, а присутствие новообразованных слаборастворимых фаз U(IV); 3) **предложена** модифицированная методика селективного растворения осадков и

разработан подход, позволяющий на основании измерения изотопных отношений $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ выявить присутствие и оценить содержание новообразованных слаборастворимых фаз U(IV) в осадках; 4) **подход успешно применён** для установления содержания таких фаз U(IV) в отложениях нескольких малых озёр с карбонатным типом осадконакопления. 5) **удалось выделить** три новообразованные фазы U(IV): первая - легко растворяется в 0,5М HNO_3 , что свойственно коффиниту (USiO_4), имеется в отложениях всех изученных озёр; вторая - растворяется только в кипящей концентрированной HNO_3 , что является характерным свойством оксидных минералов группы уранинита (UO_{2+x}); она присутствует в отложениях озёр Приольхонья. В горизонтах осадка оз. Намши-Нур содержание U такой фазы доходит до 2 г/т; третья - хорошо растворяется в концентрированной HNO_3 при 90°C , проявляется только в отложениях оз. Мелкое. 6) На основе метода ЭПР и методики селективного растворения **разработан подход**, позволивший измерить содержание Mn, входящего в карбонатную фазу, и отдельно в окси/гидроксидные фазы карбонатных осадков.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

- 1) В осадках изученных озер доминируют подвижные (ионообменные и связанные с гидроксидами Fe и Mn, карбонатами и органическим веществом) формы урана. Изотопные отношения этих форм U соответствуют изотопным отношениям озерных вод, что свидетельствует об их аутигенном происхождении.
- 2) По вертикальным профилям изученных донных осадков выделяются горизонты, где в твердом остатке, оставшемся после четырех стадий селективного растворения, изотопное урановое отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ значительно превышает 1, что свидетельствует о присутствии слаборастворимых новообразованных фаз урана в этих остатках. Показано, что эти формы по своим химическим свойствам соответствуют собственным минеральным фазам U(IV). Данные радиографии не противоречат существованию таких фаз.
- 3) Новообразованные слаборастворимые формы U распределяются в вертикальном профиле озерных отложений не равномерно и локализованы в восстановленной части разреза, что подтверждает его присутствие в виде собственных минеральных фаз U(IV). В профилях донных осадков не выявлено связи между изменением валовых концентраций урана и сменой окислительно-восстановительных условий.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования вещества, включая электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ, альфа-спектрометрию для определения активностей изотопов урана (^{238}U и ^{234}U), метод электронного парамагнитного резонанса для определения концентрации Mn в кальците. **Изложенные** в диссертационной работе новые данные и их интерпретация дают убедительные экспериментальные свидетельства в пользу справедливости гипотезы об образовании в ходе диагенетических процессов собственных минеральных фаз U(IV). **Выявлено** несоответствие между увеличением валовых концентраций урана и сменой окислительных условий на восстановительные по разрезам осадков. **Проведена модификация** существующей методики селективного растворения Е. Клемпта, в которую были добавлены несколько этапов растворения азотной кислотой различной концентрации и температуры. Предложен подход, позволяющий отделить Mn, связанный в оксиды и гидроксиды, от Mn, входящего в карбонаты. Для этого было использовано сочетание методов селективного растворения и электронного парамагнитного резонанса.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты проведенного исследования позволили обосновать

модель концентрирования урана на начальных этапах процесса диагенеза карбонатных осадков. Этот вопрос весьма важен, поскольку информация о точных механизмах накопления урана в экзогенных условиях представляет интерес в свете поисков месторождений урановых руд. Получены распределения собственных новообразованных минеральных фаз U(IV) в разрезах осадков, что представляет значительный интерес в связи с тем, что их распределение дает ценную информацию о ред-окс условиях по разрезу осадков, и может быть использовано при палеоклиматических реконструкциях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты экспериментальных работ получены на современном сертифицированном оборудовании для минералого-геохимических, геохимических, изотопно-геохронологических исследований:

альфа-спектрометр 7184; кремниевый детектор высокого разрешения PLUS 300-15 (чувствительная площадь 300 мм², разрешение по альфа (ПШПВ) - 15 Кэв) EURISYS MEASURES, альфа-спектрометр ALPHA-ENSEMBLE-8, кремниевые детекторы высокого разрешения ENS-U300 (чувствительная площадь 300 мм², разрешение по альфа (ПШПВ) - 19 Кэв) Ametek, ORTEC (ИГМ СО РАН); гамма-спектрометрическая система, скомпонованная на базе колодезного коаксиального HPGe ППД с низкофоновым криостатом EGPC 192-P21/SHF 00-30A-CLF-FA фирмы EURISYS MEASURES (ИГМ СО РАН); атомно-абсорбционный спектрометр с использованием пламенной атомизации Solaar M6, (фирма Thermo Electron) (ИГМ СО РАН); рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA (излучение Cu K_α) (ИГМ СО РАН); сканирующий электронный микроскоп LEO1430VP, снабженный энергетическим спектрометром "OXFORD" (ИГМ СО РАН); метод нейтронно-осколочной f-радиографии с использованием оптического микроскопа «Carl Zeiss Axio Scope.A1» (ИГМ СО РАН); ЭПР спектрометр "Bruker" с использованием двойного резонатора (ИХКГ СО РАН);

Установлена согласованность результатов исследования соискателя с данными литературных источников по указанной тематике, отражающих основные представления о процессах происходящих при диагенезе осадков [Страхов, 1967; Геохимия диагенеза..., 1980; Anderson, 1982; Anderson, 1989; Barnes. and Cochran, 1990,1993; Lovley et al., 1991; Klinkhammer and Palmer, 1991; Show et al., 1994; Thomson et al., 1996; Mangini et al., 2001; Гавшин и др., 2001; Chaillou et al., 2002 Sani et al., 2004; Beck et al., 2008; Гранина, 2008; Munoz et al., 2012], а также с аналитическими результатами других исследователей по объектам исследования [Солотчина и др., 2008; Складов и др., 2010; Складов и др., 2010; Солотчина и др. 2011; Chabaux et al., 2011].

В ходе работ были **использованы** современные методики пробоотбора и пробоподготовки. Был получен большой объем фактического материала. Отобраны компоненты 6 озерных систем (донные осадки, почвы водосбора, вода). Проведено селективное растворение 42 образцов озерных осадков, 5 образцов почв водосбора. Методами атомной абсорбции, альфа- и гамма-спектрометрии было проведено более 1000 элементоопределений. Результаты исследований опробированны на многих российских и зарубежных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в полевых работах (сезоны 2008-2013гг), в постановке задач, принимал непосредственное участие в планировании, подготовке и проведении экспериментов, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполнении расчетов и формулировании выводов.

На заседании 24 февраля 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Восель Юлии Сергеевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности 25.00.09, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета



Н.В. Соболев

Ученый секретарь диссертационного совета

О.Л. Гаськова

25 февраля 2016 г.