

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
новациям ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский  
политехнический университет»

Ищанин Сергей Анатольевич

 20.10. 2017г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Диссертация «Геохимия элементов-примесей в углях Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна» выполнена на кафедре геоэкологии и геохимии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Ильенок Сергей Сергеевич обучался в очной аспирантуре на кафедре геоэкологии и геохимии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» и работал в должности ассистента на той же кафедре.

В 2008 г. соискатель окончил ФГБОУ ВПО «Томский политехнический университет» по специальности «Геоэкология».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2017 году федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель – Арбузов Сергей Иванович, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры геоэкологии и геохимии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

На расширенном заседании научного семинара кафедры геоэкологии и геохимии присутствовали:

Сотрудники кафедры «Геоэкологии и геохимии»: Е.Г. Язиков, д.г.-м.н., заведующий кафедрой; Л.П. Рихванов, д.г.-м.н., профессор; С.И. Арбузов, д.г.-м.н., профессор; Н.В. Барановская, д.б.н., профессор; В.А. Домаренко, к.г.-м.н., доцент; Е.Е. Пугачева, к.г.-м.н., доцент; Д.В. Юсупов, к.г.-м.н., доцент; Б.Р. Соктоев, к.г.-м.н., старший преподаватель; Е.А. Филимонко, к.г.-м.н., старший преподаватель; А.П. Зайченко, ассистент;

Сотрудник кафедры «Гидрогеологии, инженерной геологии и землеустройства»: С.Л. Шварцев, д.г.-м.н., профессор.

Сотрудники кафедры «Геологии и разведки полезных ископаемых»: В.П. Иванов, д.г.-м.н., доцент; А.С. Рубан, ассистент.

Сотрудник ООО «Космогеопрор»: А.А. Поцелуев, д.г.-м.н., главный геолог.

Аспиранты ТПУ: В.В. Боев, Е.С. Деева, А.С. Мишунина, Е.В. Агеева, Е.М. Турсуналиева, А.В. Вергунов, Б.К. Кенесбаев, А.Н. Злобина, Л.А. Дорохова, Е.А. Блюм.

Магистранты ТПУ: В.С. Бучельников, А.Ю. Мишанькин, Я.А. Галатонова, Д.Е. Абраев.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Личный вклад автора** состоял в изучении и геохимическом опробовании Азейского месторождения, в обработке и подготовке проб для аналитических исследований, составлении базы данных элементного состава углей, статистической обработке результатов и построении графиков, выполнении рентгеновской дифрактометрии, электронно-микроскопического изучения всех образцов и участии в лабораторном определении зольности и влажности проб угля.

Автор провёл анализ полученных результатов, выполнил их интерпретацию и сформулировал итоги исследований в виде защищаемых положений.

**Достоверность защищаемых положений** обусловлена представительным количеством проб для статистических расчётов, применением высокочувствительных методов элементного анализа (ИНАА, ICP-MS), выполненного в аккредитованных лабораториях, а также применением современных методик прямого анализа минеральных форм нахождения элементов (рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия).

**Научная новизна.** Выявлено обогащение углей Азейского месторождения рядом редких элементов-примесей (REE, Sc, Zr, Hf, Ta, Th), важную роль в котором играет пирокластический материал, как источник редкоземельных элементов, тория, циркония и гафния. Установлено, что угли из зоны окисления характеризуются аномально высокими концентрациями редких элементов-примесей (REE, Sc, Cr, Co, Au), припочвенные угли обогащены HREE, Sc, Co, Sb, Ta, Hf, Ba.

Впервые выявлено наличие самородной и интерметаллической минерализации в изученных углях. Установлено, что в малосернистых углях (~0.5%) с низким содержанием сульфидной серы преобладают самородные формы элементов-халькофилов.

Обнаружено свыше 80 минеральных форм элементов-примесей, в том числе монацит, бастнезит, циркон, бадделеит, самородные и интерметаллические соединения и т.д.

Определено, что угли Азейского месторождения на контакте с тонштейном характеризуются минерализацией не свойственной для углей месторождения в целом (бадделеит, монацит). Среди найденных минеральных фаз есть уникальные, схожие по составу с пангитом ( $(\text{Ti}^{4+}, \text{Sc}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Zr}, \text{Ca})_{1.8}\text{O}_3$ ), не описанные в литературе применительно к углям.

Впервые выявлена самостоятельная минеральная форма урана в углях с околочларковыми содержаниями элемента.

Установлено, что уголь Азейского месторождения на контакте с тонштейнами характеризуется повышенным выходом элементов в минеральные фазы по сравнению с углем, не контактирующим с породными прослоями.

**Практическая значимость.** Знание геохимических особенностей и состава углей Азейского месторождения позволит оценить их редкометалльный потенциал, а также спрогнозировать возможные негативные последствия при сжигании углей.

Новые знания о формах нахождения ценных элементов-примесей в углях и их золе позволят разработать эффективные методы извлечения редких элементов и усовершенствовать способы обогащения угля. Результатом этого станет снижение уровня загрязнения окружающей среды.

**Апробация работы и публикации.** Результаты работы по теме диссертации докладывались на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях: «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, 2008-2014 г.), «Самородное золото» (г. Москва, 29 – 31 марта 2010 г.), «Ртуть в биосфере» (г. Москва, 7-9 сентября 2010 г.), «Современные проблемы геологии и металлогении Центральной Азии» (г. Керулен, 15 октября 2010 г.), «Минералогия Урала-2011» (г. Москва, 22-27 августа, 2011 г.), «Диагностика вулканогенных продуктов в осадочных толщах» (г. Сыктывкар, 20-22 марта 2012 г.), «Развитие минерально-сырьевой базы Сибири» (г. Томск, 24-27 сентября 2013 г.), «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека» (г. Томск, 2013, 2016 г.), «Геология и минерагения Северной Евразии» (г. Новосибирск, 3-5 октября 2017 г.).

Основное содержание и научные положения по диссертации изложены в 21 статье и тезисах докладов, в том числе 8 статей опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, и 8 статей – в журналах и материалах конференций, цитируемых базами данных Scopus и Web of Science.

Работа выполнялась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (ГК № П1409), гранта РФФИ «Изучение форм нахождения редких элементов в углях, золе углей и породных прослоях Иркутского угольного бассейна» 2016-2017 гг. (16-35-00472, мол\_а), гранта РФФИ «Минералогическая геохимическая идентификация продуктов эксплозивного вулканизма в углях карбон-пермского возраста Минусинского и Кузнецкого угольных бассейнов» 2016-2017 гг. (16-05-00405, а), гранта РФФИ «Механизмы накопления ценных элементов в углях и генезис редкометалльно-угольных месторождений разновозрастных осадочных бассейнов (Южная Сибирь, юг Дальнего Востока России и Северо-западный Китай)» 2016-2017 гг. (16-55-53122 ГФЕН\_а).

Список основных публикаций по теме диссертации:

*Статьи в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК*

1. **Ильенок, С.С.** Самородные элементы в углях и золах углей Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна / С.С. Ильенок // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – № .... – С. 65-71.
2. **Ильенок, С.С.** Минеральные формы редких элементов в углях и золах углей Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна / С.С. Ильенок, С.И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета. – 2016. – Т. 327. – № 2. – С. 6-20.
3. **Ильенок, С.С.** Формы нахождения урана в углях и торфах Северной Азии / С.И. Арбузов, С.С. Ильенок, А.В. Волостнов, С.Г. Маслов, В.С. Архипов // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 109-115.
4. **Ильенок, С.С.** Природа тонштейнов Азейского месторождений Иркутского угольного бассейна. / С.И. Арбузов, А.В. Волостнов, С.С. Ильенок, В.И. Рыбалко // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 89-97.
5. **Ильенок, С.С.** Формы нахождения скандия в углях и торфах / С.И. Арбузов, С.Г. Маслов, С.С. Ильенок // Химия твердого топлива. – 2015. – № 3. – С. 39-54.
6. **Ильенок, С.С.** Редкоземельные элементы в позднепалеозойских углях Северной Азии (Сибирь, Северный Китай, Монголия, Казахстан) / С.И. Арбузов, С.С. Ильенок, В.С. Машенькин, Ю. Сунь, Ц. Жао, М.Г. Блохин, В.В. Иванов, Н.В. Зарубина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 8. – С. 74-88.

*Статьи в журналах, индексируемых базой данных Scopus*

1. **Ilenok, S.S.** Geochemistry of radioactive elements (U, Th) in coal and peat of northern Asia (Siberia, Russian Far East, Kazakhstan, and Mongolia) / S.I. Arbuzov, A.V. Volostnov, L.P. Rikhvanov, A.M. Mezhibor, S.S. Ilenok // International Journal of Coal Geology. – 2011. – Vol. 86. – № 4. – pp. 318–328.
2. **Ilenok, S.S.** Modes of occurrence of uranium and thorium in coals and peats of Northern Asia / S.I. Arbuzov, S.G. Maslov, A.V. Volostnov, S.S. Ilenok, V.S. Arkhipov // Solid Fuel Chemistry. – 2012. – Vol. 46. – № 1. – pp. 52-66.
3. **Ilenok, S.S.** Scandium (Sc) geochemistry of coals (Siberia, Russian Far East, Mongolia, Kazakhstan, and Iran) / S.I. Arbuzov, A.V. Volostnov, A.M. Mezhibor, V.I. Rybalko, S.S. Ilenok // International Journal of Coal Geology. – 2014. – Vol. 125. – pp. 22-35.
4. **Ilenok, S.S.** Modes of Occurrence of Scandium in Coals and Peats (A Review) / Arbuzov S.I., Maslov S.G., Ilenok S.S. // Solid Fuel Chemistry. – 2015. – Vol. 49. – № 3. – pp. 167-182.
5. **Ilenok, S.S.** Nature of Tonsteins in the Azeisk Deposit of the Irkutsk Coal Basin (Siberia, Russia) / S.I. Arbuzov, A.M. Mezhibor, D.A. Spears, S.S. Ilenok, M.V. Shaldybin, E.V. Belaya // International Journal of Coal Geology. – 2016. – Vol. 152. – pp. 99-111.

**Соответствие содержания диссертации выбранной специальности.**

По своему содержанию диссертационная работа соответствует пунктам 4. (Изучение химического состава всех типов природного вещества (земной коры, глубинного вещества Земли, гидросферы, атмосферы, живого вещества, внеземного вещества) и закономерностей распространенности в них химических элементов и изотопов.); 5. (Изучение состояния и форм нахождения химических элементов во всех типах природного вещества.); 7. (Изучение закономерностей концентрирования химических элементов в геологических процессах.); 8. (Выявление, изучение и геологическая интерпретация ассоциаций химических элементов, характерных для продуктов геологических процессов (горных пород, рудных месторождений)); 13. (Изучение поведения химических элементов и изотопов в геологических процессах.) паспорта специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация «Геохимия элементов-примесей в углях Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна» имеет существенное теоретическое и практическое значение, по актуальности, научному уровню, полученным результатам соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геохимия элементов-примесей в углях Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна», выполненная Ильенок Сергеем Сергеевичем, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков месторождение полезных ископаемых.

Заключение принято на расширенном заседании научного семинара кафедры геоэкологии и геохимии.

Присутствовало на заседании 28 чел., из них с правом решающего голоса – 12 чел. Результаты голосования: «за» – 12 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 38 от «17» октября 2017 г.

Председатель научного семинара

\_\_\_\_\_

Рихванов Леонид Петрович,  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор, профессор кафедры геоэкологии  
и геохимии

Секретарь научного семинара

\_\_\_\_\_

Соктоев Булат Ринчинович,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
старший преподаватель кафедры  
геоэкологии и геохимии