

**О.Н. Якимова<sup>1</sup>, О.В. Ракова<sup>1</sup>, С.В. Гаврилкина<sup>2</sup>, С.А. Тихонова<sup>3</sup>, Т.Г. Крупнова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск  
*krupnovatg@susu.ru*

<sup>2</sup> – Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО  
РАН, Ильменский заповедник, г. Миасс

<sup>3</sup> – Якутский научный центр СО РАН,  
Институт физико-технических проблем Севера СО РАН, г. Якутск

### **Оценка загрязнения снежного покрова в зоне влияния Коркинского угольного разреза (Южный Урал)**

Снежный покров является эффективным накопителем загрязняющих веществ, которые сохраняются в нем в неизменном состоянии в течение зимы, а концентрация этих веществ в снеге оказывается обычно на два-три порядка выше, чем в атмосферном воздухе. По химическому составу снега можно установить площадное распределение и количественные характеристики веществ, осаждающихся зимой из атмосферы, и, благодаря этому, выявить источники загрязнения и ареалы их влияния, получить приближенную оценку количества токсикантов, выносимых с территории городов и промышленных площадок тальми водами и мигрирующих в почвы и подземные воды, которые возможно фиксировать и наблюдать с помощью дешифрирования спутниковой информации. Использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) в практике выделения ареалов загрязнений, наблюдаемых вокруг промышленных объектов, чаще всего основано на анализе взаимосвязи процессов снеготаяния с распределением осажденных из атмосферы на снежный покров взвешенных частиц. Главные преимущества ДДЗ – высокая скорость получения данных о больших площадях земной поверхности, а также возможность получения информации об объектах, практически недоступных для исследования другими способами.

В данной работе использовано дешифрирование космоснимков методом спектрального анализа для оценки загрязнения снежного покрова в угледобывающих районах. Объектом исследования стал Коркинский угольный разрез вблизи г. Челябинска. Исследованы разновременные снимки со спутников Landsat 5 и 8. Для обработки снимков и оценки спектральной характеристики использовался программный комплекс ENV. За эталон выбрана спектральная кривая «нормального» снега из спектральной библиотеки программного комплекса ENVI. Концентрации металлов (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Sr и Zn) в снежном покрове в растворенной и взвешенной формах проанализированы в ЦКП ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН методами спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС) Varian 720-ES (аналитик Р.Т. Зайнуллина) и атомно-абсорбционной спектрометрии Analyst 400 фирмы Perkin Elmer (аналитик Л.Б. Лапшина).

Исследуемые участки выбраны на ровной безлесной местности с учетом розы ветров. Фоновый участок выбран по направлению наименьшего значения к северо-востоку. С 2003 по 2020 гг. загрязнение снежного покрова снизилось, что было связано с постоянным снижением добычи угля. В 2020 г., когда была остановлена добыча угля, и начался процесс рекультивации и дезактивации шахты, состояние снежного покрова на выбранном участке стало

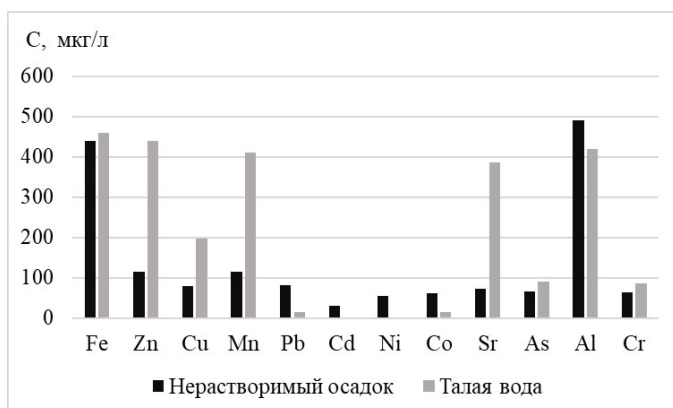


Рис. Средние значения концентраций металлов в талой воде и нерастворимом осадке.

близким к фоновому. В 2020 г. Коркинский разрез оказал минимальное влияние на состояние снежного покрова. К моменту отбора проб в 2020 г. Коркинский рудник оказал минимальное влияние на снежный покров, т. к. добыча угля уже остановлена.

Результаты анализа показали (рис.), что Fe, Al и Zn имеют наибольшие содержания в талой воде, а концентрации Cd и Ni незначительны. Взвешенные частицы, в основном, содержали Fe и Al. Содержания Cd и Ni были минимальны. Появление растворенных металлов в снежном покрове территории связано с естественным атмосферным выпадением и, в меньшей степени, с антропогенными источниками. Химический состав снежного покрова показал относительно высокую изменчивость содержания взвешенных металлов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание FENU-2020-0022).*

**Д.А. Попова<sup>1</sup>, О.В. Ракова<sup>1</sup>, С.В. Гаврилкина<sup>2</sup>, Т.Г. Крупнова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск  
*krupnovatg@susu.ru*

<sup>2</sup> – Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Ильменский заповедник, г. Миасс

### **Мониторинг мелкодисперсных взвешенных аэрозольных частиц, рассеянных в приземном слое атмосферного воздуха г. Челябинска**

Для мониторинга мелкодисперсных взвешенных аэрозольных частиц, рассеянных в приземном слое атмосферного воздуха г. Челябинска, были выбраны три стационарных и два маршрутных поста. Они размещались в местах, выбранных на основе обязательного предварительного исследования загрязнения воздушной среды города промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и изучения метеорологических условий рассеивания примесей путем эпизодических наблюдений, расчетов полей максимальных концентраций примесей. При этом учитывалась повторяемость направления ветра над территорией города.

Пост 1 находился в зоне влияния выбросов автотранспорта; маршрутный пост: пересечение ул. Кирова и проспекта Победы (55°11'7" с.ш. 61°24'12" в.д.); пост 2 – в зоне влияния промышленного узла АО ЧЭМК, точка контроля: ул. Горького, 89 (55°11'20" с.ш. 61°25'53"

## Результаты измерений проб с превышением гигиенических нормативов

Номер поста	Дата отбора пробы	Результаты измерения (абсолютное значение, мг/м <sup>3</sup> )	Гигиенический норматив, мг/м <sup>3</sup>	Превышение гигиенических нормативов (доли ПДК)
Взвешенные частицы PM <sub>2.5</sub>				
1	09.01.2020	0.049±0.010	0.035	1.40
	21.01.2020	0.040±0.008	0.035	1.14
	14.02.2020	0.045±0.009	0.035	1.29
	20.02.2020	0.044±0.009	0.035	1.26
	23.04.2020	0.041±0.008	0.035	1.17
	08.05.2020	0.037±0.007	0.035	1.06
2	15.02.2020	0.090±0.018	0.035	2.57
	10.03.2020	0.089±0.018	0.035	2.54
	21.04.2020	0.073±0.015	0.035	2.09
	24.04.2020	0.049±0.010	0.035	1.40
	27.04.2020	0.040±0.008	0.035	1.14
	09.05.2020	0.050±0.010	0.035	1.43
5	21.05.2020	0.045±0.009	0.035	1.29
	08.02.2020	0.040±0.008	0.035	1.14
	14.02.2020	0.068±0.014	0.035	1.94
	24.03.2020	0.041±0.008	0.035	1.17
	02.04.2020	0.036±0.007	0.035	1.03
20.04.2020	0.046±0.009	0.035	1.31	
Взвешенные частицы PM <sub>10</sub>				
2	15.02.2020	0.106±0.021	0.06	1.77
	10.03.2020	0.092±0.018	0.06	1.53
	21.04.2020	0.074±0.015	0.06	1.23
	09.05.2020	0.064±0.013	0.06	1.07
	14.02.2020	0.080±0.016	0.06	1.33
Взвешенные вещества				
2	24.04.2020	0.16±0.03	0.15	1.07

в.д.); пост 3 – в зоне влияния промышленного узла ПАО ЧТПЗ, точка контроля: ул. Нахимова, 3 (55°7'22" с.ш. 61°28'17" в.д.); пост 4 – в зоне влияния выбросов автотранспорта, маршрутный пост: пересечение ул. Героев Танкограда и пр. Ленина (55°9'41" с.ш. 61°27'15" в.д.); пост 5 – в зоне влияния выбросов промышленного узла ПАО ЧМК, точка контроля: в районе д. 1а по ул. Сталеваров (55°15'57" с.ш. 61°24'15" в.д.). Измерения взвешенных веществ, в том числе концентраций мелкодисперсных частиц с аэродинамических диаметром менее 10 мкм (PM<sub>10</sub>) и менее 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>), производились с помощью анализатора пыли АТМАС (Россия, НТМ-Защита, Москва). Результаты измерений в дни, когда были выявлены превышения предельно допустимых концентраций, представлены в таблице.

Таким образом, выявлены 24 пробы с превышениями концентраций взвешенных веществ по сравнению с гигиеническим нормативом (табл.), из них 18 проб – с превышениями по PM<sub>2.5</sub> и 5 проб – с превышением содержания PM<sub>10</sub>. Наибольшим содержанием взвешенных веществ в приземном слое воздуха характеризуются точки 1 (маршрутный пост ул. Кирова / пр. Победы.), 2 и 5 – посты, расположенные в зоне влияния металлургических предприятий города.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Челябинской области, проект № 20-45-740002.*

### **Фосфориты Ижбердинского месторождения глин (Оренбургская область)**

(научный руководитель – А.В. Никифоров)

На Ижбердинском месторождении глин в Оренбургской области фосфоритовые отложения образуют небольшие линзовидные залежи в разрезе вскрышных пород. С целью палеонтологических исследований в карьере задокументирован уступ длиной 180 м и высотой 3 м. В результате работ выделено десять тел фосфоритов, отобраны и описаны образцы желваковых, слоистых, ноздреватых и песчанистых фосфоритов и глауконит-фосфоритовых песков. Установлено, что фосфориты характеризуются повышенной радиоактивностью до 50–70 мкР×ч. Области развития фосфоритов картируются радиоактивными аномалиями. В 2020 г. радиометрическая съемка на площади 40 га по сети 50×20 м в 200–800 м к югу и юго-западу от карьера позволила выделить пять залежей фосфоритов, содержащих костные остатки. Также установлена широтная ориентировка залежей фосфоритов. Один из участков, прилегающий к автодороге, будет рекомендован как палеонтологический памятник природы регионального значения.

*А.С. Терехова*

*Клуб юных геологов-экологов им. Г.А. Сопочько, г. Орск*

### **Эклогиты Шубинского месторождения (Оренбургская область)**

(научный руководитель – А.В. Никифоров)

Эклогиты – это метаморфические породы основного состава, состоящие преимущественно из диопсид-жадеитового клинопироксена (омфацита) и пироп-гроссулярового граната. Они обладают самой высокой плотностью среди горных пород – 3560 кг/м<sup>3</sup>. Эклогиты образуются при высоких температурах и давлении, встречаются в виде тектонических тел (будин) и слоев в метаморфических комплексах. Неизменные эклогиты содержат травяно-зеленый пироксен (омфацит) и яркий гранат (пироп-альмандин) оранжево-красного и малинового цветов. Вокруг порфиробластовых гранатов возможно развитие оторочек кварца [Линникова, 2009]. В качестве второстепенных и акцессорных минералов могут присутствовать слюда – фенгит, глаукофан, рутил, при диафторезе появляются роговая обманка, хлорит и эпидот.

Шубинское месторождение рутилоносных эклогитов расположено в 2.5 км к северо-западу от с. Шубино Кувандыкского района Оренбургской области. С 1958 г. здесь пройдены десятки скважин, разведочные траншеи и шахта. Нами проведено макроописание отобранных образцов эклогитов. Цвет основной массы породы изменяется от темно-зеленого до синевато-черного в зависимости от количества вторичных минералов: глаукофана и роговой обманки. Содержание граната (альмандина) достигает 30 %. Встречаются участки слюдистых неясно-полосчатых эклогитов. Обнажения эклогитов и отвалы разведочных траншей Шубинского месторождения могут рассматриваться как один из пунктов обзорной геологической экскурсии [Чибилев и др., 2000].

### **Литература**

*Линникова О.Л.* Эклогиты максютовского комплекса (Южный Урал). Дипломная работа. Екатеринбург: УГГУ, 2009.

**В.С. Гончаров**

Клуб юных геологов-экологов им. Г.А. Сопоцько, г. Орск

## **Физические свойства минералов группы сульфатов**

(научный руководитель – А.В. Никифоров)

Сульфаты являются одной из основных групп минералов, известных в современной минералогии. Неорганические сульфаты являются ионными соединениями и содержат анион  $\text{SO}_4^{2-}$ . Большинство из них образуют кристаллы; средние и кислые сульфаты, как правило, растворимы в воде [Химический..., 1983]. Нерастворимыми являются сульфаты тяжелых щелочноземельных металлов (барит  $\text{BaSO}_4$ ), сульфаты легких и щелочноземельных металлов (гипс  $\text{CaSO}_4$  и целестин  $\text{SrSO}_4$ ) и сульфат свинца плохо растворимы. Основные сульфаты обычно малорастворимы или нерастворимы либо гидролизуются. В настоящий момент на Урале установлено 129 минеральных видов сульфатов, из них половина имеет техногенную природу. Водные сульфаты – один из главных загрязнителей природной среды.

Для изучения физических свойств сульфатов были выбраны гипс, ангидрит, барит, целестин, халькантит, мирабилит и тенардит. С этими минералами проведено несколько экспериментов.

1. Качественный анализ катионов определен методом окрашивания пламени. Окраска пламени:  $\text{Cu}$  – синий,  $\text{Na}$  – желтый,  $\text{Ba}$  – желто-зеленый,  $\text{Sr}$  – красный.

2. Путем частичной дегидратации (нагрев) образцов гипса получен гипсовый цемент (алебастр) и вычислена теоретическая масса алебастра. Определена растворимость гипса в воде в зависимости от температуры и рН. Выявлены особенности строения кристаллической структуры гипса путем наблюдения за ростом и ориентировкой кристаллов халькантита на свежей поверхности кристалла гипса и на стекле. В результате кристаллы халькантита расположились хаотично на стекле и ориентировано на гипсе.

3. Наиболее трудным оказалось выращивание кристаллов мирабилита в насыщенном растворе, помещенном в холодильник. Полученные кристаллы прозрачного мирабилита затем использовались для изучения процесса дегидратации в течение трех суток. Построен график проведения эксперимента.

## **Литература**

Химический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. 791 с.

**Е.С. Поздеева**

Клуб юных геологов-экологов им. Г.А. Сопоцько, г. Орск

## **Зубы акул родов *Squalicorax* и *Pseudocorax* на местонахождении Ижберда (Оренбургская область)**

(научный руководитель – А.В. Никифоров)

В карьере на местонахождении Ижберда в Оренбургской области была собрана коллекция 306 зубов древних акул, из них 27 зубов акул рода *Squalicorax*, а также один зуб, который является предполагаемым зубом акулы рода *Pseudocorax*. Для сравнения из коллекции Клуба

юных геологов-экологов привлечено около 500 зубов акул рода *Squalicorax*, в том числе 15 крупных зубов размером более 22 мм, сходных с таковыми рода *Squalicorax plicatus*.

Согласно литературным данным *Squalicorax* – «акула-ворон» – род вымерших ламноидных (отряд *Lamniformes*) акул, существовавший в меловом периоде. Их зубы, а иногда и окаменевшие скелеты, находят в Северной Америке, Африке и Европе. *Pseudocorax* – это вымерший род акул, известный в отложениях мелового периода в Египте, Евразии и Соединенных Штатах. Название этого рода расшифровывается как «ложный ворон» из-за сходства его зубов с зубами *Squalicorax*. Первоначально род считался (вместе со своим родственником *Galeocorax*) членом семейства *Anacoracidae* (к которому принадлежит *Squalicorax*). Исследование, проведенное в 2012 г., переместило его и *Galeocorax* в новое семейство *Pseudocoracidae*, сделав его лишь отдаленно связанным со *Squalicorax*.

Таким образом, в результате работ удалось уверенно выделить два вида акул *Squalicorax kaupi* и *Squalicorax lindstromi* и определить, предположительно, два рода зубов акул *Pseudocorax* и *Ptychocorax*. Работа по изучению зубов акул рода *Squalicorax* будет продолжена.

**Е.М. Шопина**

Клуб юных геологов-экологов им. Г.А. Сопочько, г. Орск

### **Аккермановские ринхонеллиды (Оренбургская область)**

(научный руководитель – А.В. Никифоров)

Аккермановский риф расположен на западной окраине г. Новотроицка на дне и в западном борту разрабатываемого ООО «ЮУГПК» карьера известняков. Визитными карточками этого рифа можно считать колонии кустистых кораллов отряда геттерокораллов, разнообразных раковины гастропод, колонии узкоконических брахиопод рода *Striatifera* отряда продуктид, среднеразмерные раковины брахиопод рода *Goniophora Yanischewsky* отряда ринхонеллид и трилобиты. Специалисты Палеонтологического института РАН (г. Москва), изучавшие раннекаменноугольные известняковые рифы, назвали его лагерштеттом.

Раковины ринхонеллид резко выделяются на светлом фоне известняков розоватым цветом, крупными ассиметричными складками и макушками, сильно сжатыми с боков. По особенностям строения раковин выделено три вида: *Goniophora montrosa*, *Goniophora carinata* и *Yanischewskyella*.

В дальнейшем Клуб юных геологов планирует провести детальные палеонтологические поиски богатых рифов на всей площади Аккермановской грабенсинклинали размером 12 × 3 км за пределами карьера. Это рекомендуемый нами геологический памятник природы Оренбургской области.

**А. Сапрыкина**

Клуб юных геологов-экологов им. Г.А. Сопочько, г. Орск

### **Окаменелая древесина на местонахождении Ижберда, Оренбургская область**

(научный руководитель – О.С. Чуманова)

В результате палеонтологических экспедиций сделаны находки крупных рептилий, и рядом с ними обнаружены многочисленные остатки окаменелой древесины. С помощью палеонтологической литературы описаны и изучены некоторые образцы древесины. В них

хорошо просматриваются слоистость, сучки, ядро и кольца. Также наблюдаются ходы камнеточцев, что может свидетельствовать о том, что эти части дерева некоторое время находились в воде. В результате наблюдений можно предположить, что найденные фрагменты окаменелого дерева относятся к веткоподобным хвойным, возможно, болотным кипарисам (*Cupressino cladus ketensis*).