

УДК 551.311.8; 615.327

**Salt lakes and mud volcanoes of the Crimea
as objects of scientific research
in the course of field practice of students of St. Petersburg state University**

Mikhail Puzyk¹, Elena Kayukova², Victoria Matyunina²

*¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia
puzyk@mail.ru*

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Crimea is a testing ground for a variety of practices, which are an essential element in the training of modern specialists in the natural sciences of various universities. The paper presents the results of studies of brine of salt lakes and bottom sediments carried out by students during field excursions of St. Petersburg universities.

Keywords: Crimean Peninsula, mud volcanoes, salt lakes

**Соляные озера и грязевые вулканы Крыма
как объекты научных исследований
в ходе полевых практик студентов СПбГУ**

М.В. Пузык¹, Е.П. Каюкова², В.А. Матюнина²

¹РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Полуостров Крым – естественнонаучный полигон для проведения разноплановых учебных и учебно-производственных практик, являющихся важнейшим элементом подготовки современных специалистов естественнонаучных направлений различных вузов. В работе представлены результаты исследований рапы соляных озер и донных отложений, проводимых студентами во время полевых экскурсий Санкт-Петербургских университетов.

Ключевые слова: Крымский полуостров, полевые практики, соляные озера

Природное многообразие Крыма (доступность многочисленных природных объектов, расположенных на небольшой территории) делает полуостров привлекательным в естественнонаучном отношении полигоном. Неспроста именно на Крымском полуострове многие годы проводили свои учебные и учебно-производственные практики многие вузы России и зарубежья – МГУ, СПбГУ, МГГА, РГПУ им. А.И. Герцена, вузы Украины, Белоруссии, Польши, Германии, Норвегии и др.

В сентябре 2017 г. на V-ой международной конференции «Полевые практики в системе высшего образования», посвященной 65-летию учебной геолого-съёмочной практике Санкт-Петербургского государственного университета, обсуждались проблемы полевых и производственных практик высших учебных заведений России. Не секрет, что наметился тренд на сокращение полевых практик в программах подготовки бакалавров и магистров. Тем не менее, полевые практики – важнейший элемент подготовки современных специалистов (бакалавров, магистров) естественнонаучных специальностей. Важность полевых экскурсий для образования и подготовки научных кадров очевидна.

По итогам работы конференции была принята резолюция. В ней отразились положения, представленные в Стратегии развития геологической отрасли до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1039-р от 21.06.2010 г. Основная цель этих практик – приобретение студентами навыков самостоятельной работы в условиях реальной производственной обстановки, реализация знаний и умений, полученных ими на теоретических курсах и практических занятиях в аудиториях университета.

Соляные озера и грязевые вулканы широко распространены на Крымском полуострове (Рис. 1). Эти природные объекты, с одной стороны, – великолепный учебный материал, а с другой – предмет первых научных работ студентов. В ходе летних полевых учебных и учебно-производственных практик (2012–2019 гг.) преподавателями и студентами геологического факультета СПбГУ и географического факультета РГПУ им. А.И. Герцена изучались химический состав рапы некоторых соляных озёр (Сасык-Сиваш, Сакское, Караджинское, Кояш, Чокрак) (Пузык и др., 2014), озерное осадконакопление (Веселова и др., 2014), грязевые вулканы Керченского полуострова (Каюкова, 2018), пелоиды крымских соляных озер (Каюкова и др., 2017; Котова и др., 2015; Котова и др., 2017), подземные и поверхностные воды.



Рисунок 1 – Схема размещения участков опробования

На рис. 1 показаны крымские соляные озера, которые изучались студентами в процессе производственной практики. Минерализация озёрной рапы варьирует в широких пределах 197-342 г/л, рН изменяются в небольшом интервале 7,5 – 8,6. По преобладающим компонентам озёрная рапа в основном относится к сульфатно-хлоридному магниевонариевому типу, по классификации Сулина – к хлор-магниевому. По классификации Курнакова-Валяшко исследованные соляные озера – к хлоридно-магниевому подтипу сульфатного типа. Основными макрокомпонентами, формирующими химический состав рапы, являются ионы хлора, натрия (рис. 2). Концентрации макрокомпонентов: для анионного состава $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$; для катионного состава $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$.

Преобладающие соли большинства озёр – хлориды натрия и магния, а также сульфат магния. Значительный вклад в питание озёр вносит морская вода, фильтрующаяся через пересыпь, остальная часть питания обусловлена подземными водами и инфильтрацией атмосферных осадков. Содержание NaCl в озёрах Евпаторийской группы варьирует в пределах 12,2 – 15,3 вес.%, в озёрах Керченской группы – 16,5 – 21,3 вес. %. Озера Евпаторийской группы обеднены хлоридом натрия по сравнению с озёрами Керченской группы потому, что в них до сих пор ведется активная добыча соли для хозяйственных нужд.

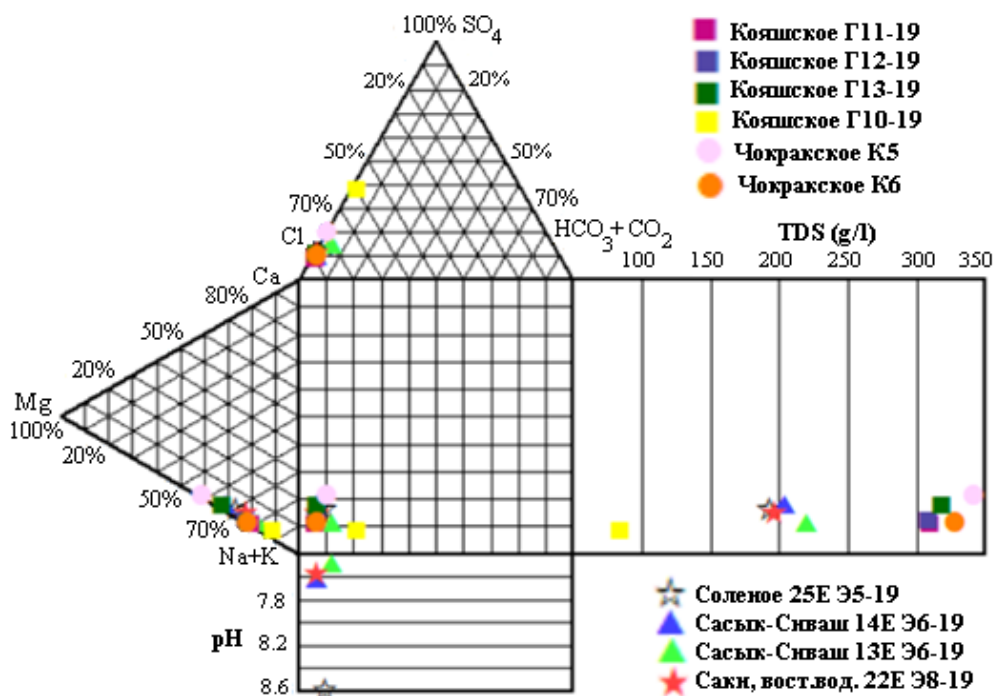


Рисунок 2 – Диаграмма Дурова рапы соляных озёр морского генезиса (2019 г.)

По Курнакову все рассмотренные озёра относятся к первому классу (Валяшко и др., 1953, Кузнецов, 1997), что указывает на их морское происхождение. Рассчитанные коэффициенты метаморфизации рапы варьируют в пределах 0,49 – 1,34. Для этих озёр прослеживается тенденция к увеличению коэффициента метаморфизации с течением времени. Это повышение может быть связано с распреснением озёр, обильным вкладом подземных вод, обогащенных сульфатами.

Анализ геохимических модулей в отложениях Сакского озера показал, что значение индекса химического выветривания (CIA) для всей толщи не превышает 60 единиц, что указывает на аридный климат суши во время формирования данной толщи. Повышенное значение Fe/Mn-коэффициента наблюдается на глубинах 60-90 и 485-500 см, что указывает на обмеление и опреснение бассейна по сравнению с толщей на глубине 90-485 см. Отношение Ba/Sr имеет свои максимумы на тех же глубинах (что и для Fe/Mn). Это указывает на существенно более пресноводные условия формирования данной толщи. Анализ геохимических модулей в отложениях Караджинского озера показал повышение индекса CIA на глубинах 520-550 см и 580-670 см, что указывает на изменение климата в

сторону гумидизации, а при формировании толщи 150-550 см – на аридные условия (Веселова и др., 2014).

Геохимические особенности донных отложений Караджинского озера схожи с закономерностями Сакского озера: формирование толщи осадков в преимущественно аридных климатических условиях, постепенное обмеление и опреснение бассейнов, на что указывают отношения Fe/Mn и Ba/Sr в основании разрезов. Согласно выявленным геохимическим особенностям реалистичной будет гипотеза о существовании двух этапов осадконакопления аквальных геосистем на территории западного Крыма. Первый этап – формирование толщи осадков в мелководных условиях, когда рассматриваемые водоемы представляли заливы Черного моря. Второй этап – существование озер как обособленных от морского бассейна систем, формирующихся до настоящего времени в качестве внутриконтинентальных водоемов с полной потерей связи с Черным морем.

Гидрохимический анализ макрокомпонентов выполнялся в полевой лаборатории на базе СПбГУ в д. Трудюлюбовке и в гидрохимической лаборатории кафедры гидрогеологии СПбГУ. В лабораториях РГПУ им. А.И. Герцена был проведен анализ плотности рапы и некоторых проб жидкой фазы грязевых вулканов, а также геохимические исследования на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан МАКС-GV».

Авторы выражают благодарность РЦ СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Обсерватория экологической безопасности» за изучение изотопного состава рапы соляных озер и сопочных вод, а также микрокомпонентов в сопочных и других природных водах Крыма.

Список литературы

1. *Валяшко М.Г.* Исследование физико-химических свойств солей и соляных растворов / *М.Г. Валяшко, А.А. Нечаева, Г.К. Пельш;* Под ред. В.В. Вязовой, Е.Ф. Соловьевой. Ленинград, Москва, 1953.
2. *Веселова М.А.* Палеогеохимические реконструкции условий озерного осадконакопления на западе степного Крыма / *М.А. Веселова, Д.А. Морозов, Е.М. Нестеров и др.* // Геология, геоэкология, эволюционная география. Том XII. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2014. С. 110–114.
3. *Каюкова Е.П.* Химический состав жидкой фазы грязевых сопоч северо-восточной части Керченского полуострова (Восточный Крым) // Геология, геоэкология, эволюционная география. Том XVII. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. С. 186–190.
4. *Каюкова Е.П.* Лечебные ресурсы Булганакского месторождения (Восточный Крым). / *Е.П. Каюкова, Н.В. Платонова, Б.Д. Чадромцев* // Материалы V Всероссийской конференции «Полевые практики в системе высшего образования». СПб.: ВВМ, 2017. С. 157–159.
5. *Котова И.К.* Закономерности формирования состава иловых грязей Мертвого моря и соляных озер Крыма / *И.К. Котова, Е.П. Каюкова, Л.В. Мордухай-Болтовская и др.* // Вестник С.-Петербург. ун-та. Сер. 7. 2015. Вып. 2. С. 85–107.
6. *Котова И.К.* Влияние геологических и антропогенных факторов на состав пелоидов современных соляных озер / *И.К. Котова, С.Р. Котов, Е.П. Каюкова и др.* // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2017. Том 62. Выпуск 2. С. 172–191, DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.204.
7. *Кузнецов В.А.* Роль ионного обмена при формировании подземных вод и рассолов. Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 1997. 177 с.
8. *Пузык А.М.* Исследование вод некоторых озер Крыма / *А.М. Пузык, Е.М. Нестеров, М.В. Пузык* // Геология, геоэкология, эволюционная география. Том XII. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2014. С. 245–247.