

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
Института проблем механики
им. А.Ю. Ишлинского РАН
и Физического факультета МГУ
имени М.В. Ломоносова
«ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ГЕОСРЕДАХ»



ЧЕТВЕРТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
В ГЕОСРЕДАХ**

МОСКВА, ИПМЕХ РАН, 24-26 ОКТЯБРЯ 2018

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ ШКОЛЫ

FOURTH INTERNATIONAL SCIENTIFIC SCHOOL
FOR YOUNG SCIENTISTS

**PHYSICAL AND MATHEMATICAL
MODELING OF PROCESSES
IN GEOMEDIA**

MOSCOW, IPMECH RAS, OCTOBER 24-26, 2018

PROCEEDINGS

МОСКВА 2018

Литература:

1. Гетлинг А.В. Конвекция Рэлея–Бенара. Структуры и динамика. М.: УРСС, 1999.
2. Плаксина Ю.Ю., Руденко Ю.К., Пуштаев А.В., Винниченко Н.А., Уваров А.В. Возникновение конвекции в приповерхностном слое жидкости // Процессы в геосредах. 2017. № 3 (12). С. 619–626.
3. Doumeç F., Boeck T., Guerrier B., Rossi M. Transient Rayleigh–Bénard–Marangoni convection due to evaporation: a linear non-normal stability analysis // J. Fluid Mech. 2010. V. 648. pp. 521–539.
4. Goldstein R.J., Volino R.G. Onset and development of natural convection above a suddenly heated horizontal surface // J. Heat Transfer. 1995. V. 117(4). pp. 808–821.



О СООТНОШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРЕНОСЕ РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ РЕК КОЛЬСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

А.В. Савенко

МГУ имени М.В. Ломоносова, Alla_Savenko@rambler.ru

В устьевых областях рек, впадающих в моря и океаны, происходит не только физическое смешение водных масс в соответствии с законами гидродинамики, но и глубокая химическая трансформация материкового стока, усиливающаяся влиянием биологических процессов. В результате совокупного действия этих факторов реальное поступление в океан веществ в растворенном состоянии и в форме взвесей значительно отличается от оценок потоков при использовании сведений о составе собственно речного стока [1 и др.]. По сравнению с трансформацией твердого стока изучению переноса растворенных веществ в зоне смешения речных и морских вод уделяется недостаточно внимания, и существующие представления во многом основываются на данных единичных экспедиционных исследований.

С целью систематизации имеющейся информации на региональном уровне в настоящей работе получена обобщенная за период 1999–2015 гг. ([2–4] и неопубликованные данные автора) характеристика закономерностей миграции и пространственно-временной изменчивости распределения растворенных веществ в устьевых областях малых рек Кольского побережья Белого моря (Кереть, Княжая, Нива, Колвица, Ундукса, Калга, Порья, Лувеньга, Черная, Индера, Чаваньга, Стрельна, руч. в Долгой губе Порьей губы и Костариха).

Консервативное поведение, контролирующееся исключительно физическими процессами динамического смешения речных и морских вод и описывающееся линейной зависимостью элемента (иона) i от содержания хлоридов (солености):

$$[i] = a + b[Cl], \quad (1)$$

установлено для главных ионов и растворенных форм ряда микроэлементов (Li, Rb, Cs, Sr, B, F, Ni, Cu, V, As, Mo, W, U), пространственно-временные вариации распределения которых незначительны.

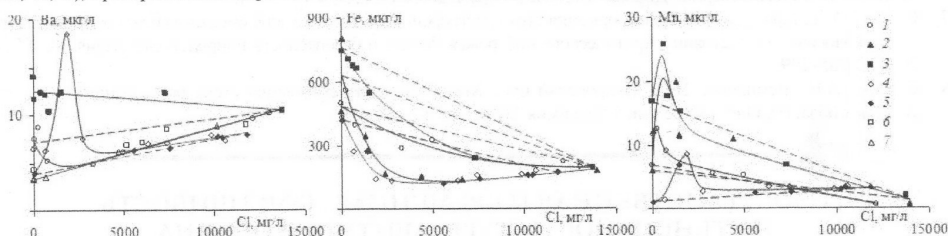


Рис. 1. Неконсервативное поведение микроэлементов под влиянием химических процессов в устьевых областях малых рек Кольского побережья Белого моря. Здесь и на рис. 2: 1 – ручей в Долгой губе Порьей губы; 2 – р. Индера; 3 – р. Чаваньга; 4 – р. Нива;

5 – р. Колвица; 6 – р. Ундукса; 7 – р. Калга; пунктиром показаны расчетные линии консервативного смешения.

Неконсервативное поведение, параметры которого в большей степени зависят от пространственно-временной изменчивости химического состава речного стока, свидетельствующее о дополнительном поступлении или удалении вещества из раствора в результате внутриводоемных химических или биологических процессов, характерно для следующих микроэлементов:

– Ва (участие в сорбционно-десорбционных процессах при трансформации состава поглощенного комплекса речных взвесей в морской среде);

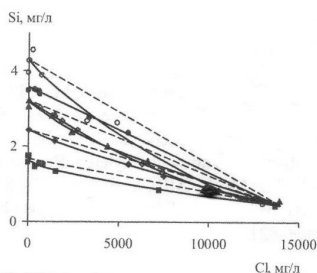


Рис. 2. Неконсервативное поведение кремния под влиянием процесса биологической ассимиляции.

– Al, Fe, Pb, Y, редкоземельные элементы (резкое снижение концентраций на начальной стадии осолонения с постепенным замедлением по мере увеличения солёности за счёт извлечения элементов этой группы из раствора в процессе коагуляции и флоккуляции органических и органо-минеральных коллоидов);

– Mn (увеличение содержания на начальном этапе осолонения в результате десорбции с терригенной взвеси, сменяющееся нелинейным снижением, вызванным флоккуляцией органических и органо-минеральных коллоидов);

– $P_{\text{мин}}$ и Si (удаление из раствора при биологической ассимиляции, проявляющееся в большей степени для фосфатов, чем для кремния).

Полученные результаты согласуются с данными наблюдений в устьях других рек водосбора Белого моря: Кемь, Онеги и Северной Двины [5–8]. Исключение для некоторых растворенных компонентов (U, Ba, $P_{\text{мин}}$, Si) составляет только эстуарий Мезени [8], специфика которого определяется формированием продольно перемещающейся зоны литоклина с высоким содержанием взвеси, а также регулярным взмучиванием донных отложений и вертикальным перемешиванием водной толщи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16–05–00369).

Литература:

1. Гордеев В.В. Геохимия системы река–море. М., 2012. 452 с.
2. Pokrovsky O.S., Schott J. Iron colloids/organic matter associated transport of major and trace elements in small boreal rivers and their estuaries (NW Russia) // Chem. Geol. 2002. V. 190. № 1–4. pp. 141–179.
3. Савенко А.В. Гидрохимическая структура устьевых областей малых рек, впадающих в Кандалакшский залив Белого моря // Океанология. 2001. Т. 41. № 6. С. 835–843.
4. Савенко А.В., Покровский О.С., Кожин М.Н. Трансформация стока растворенных веществ в устьевых областях малых водотоков южного побережья Кольского полуострова // Океанология. 2011. Т. 51. № 5. С. 837–848.
5. Савенко А.В. Геохимия стронция, фтора и бора в зоне смешения речных и морских вод. М.: ГЕОС, 2003. 170 с.
6. Савенко А.В., Шевченко В.П. Сезонная изменчивость распределения растворенных форм биогенных элементов и щелочности в устье Северной Двины // Водные ресурсы. 2005. Т. 32. № 4. С. 459–463.
7. Савенко А.В., Ефимова Л.Е. Трансформация стока растворенных веществ в зоне смешения речных и морских вод // Геоэкологическое состояние Арктического побережья России и безопасность природопользования. М.: ГЕОС, 2007. С. 285–299.
8. Савенко А.В., Демиденко Н.А., Покровский О.С. Химическая трансформация стока растворенных веществ в устьевых областях Онеги и Мезени // Геохимия. 2016. № 5. С. 447–456.



ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ТУРБУЛЕНТНОГО ОБМЕНА В СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ СЛОЯХ ЧЕРНОГО МОРЯ

А.С. Самодуров, А.М. Чухарев

Морской гидрофизический институт РАН, anatol_samodurov@mail.ru, alexchukh@mail.ru

Процессы вертикального турбулентного обмена в морской среде продолжают оставаться предметом пристального внимания исследователей на протяжении многих десятилетий. Формирование океанологических полей (физических, химических, биологических) в большой степени определяются структурой и интенсивностью вертикального турбулентного обмена. Теоретические и экспериментальные исследования в этой области позволили получить важные результаты о закономерностях турбулентного перемешивания в различных слоях океана. Работы [1–3], наряду с другими, внесли существенный вклад в изучение физических процессов обмена, в них были сформулированы основные принципы и подходы к