

УДК 556.54

## ИССЛЕДОВАНИЯ МАРГИНАЛЬНОГО ФИЛЬТРА МЕЗОПРИЛИВНОГО ЭСТУАРИЯ р. ИНДИГИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

© 2023 г. И. В. Мискевич<sup>1</sup>\*, Е. И. Котова<sup>1</sup>, Д. С. Мосеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

\*e-mail: szoiras@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.12.2022 г.

После доработки 18.01.2023 г.

Принята к публикации 16.02.2023 г.

В статье приведена краткая информация о результатах работ по исследованию особенностей маргинального фильтра мезоприливного эстуария р. Индиго в Баренцевом море в летнюю межень 2022 г.

**Ключевые слова:** Индиго, маргинальный фильтр, мезоприливное устье, лагунные озера

**DOI:** 10.31857/S0030157423030115, **EDN:** QDECUH

В летнюю межень (21 июля–1 августа 2022 г.) Северо-Западное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН провело комплексные исследования эстуария р. Индиго (Баренцево море) и двух боковых притоков: рек Большая Щелиха и Иевка. Здесь наблюдаются мезоприливные условия: средняя величина сизигийного прилива на входе в эстуарий составляет 2.0 м. Цель работ — определение специфики формирования маргинальных фильтров (МФ) в мезоприливных устьях средних рек арктических морей в условиях наблюдаемого потепления климата.

Выполнены серии гидролого-гидрохимических полусуточных наблюдений на трех станциях с дискретностью 2 ч в зоне смещения речных и морских вод и 2 разреза на шести станциях на полной воде приливного цикла в устьях притоков Иевка и Большая Щелиха (рис. 1). Станции 1и, 2и, 3и располагались на удалении 3, 17 и 26 км от морской границы эстуария р. Индиго соответственно. На разрезах первая станция располагалась на границе бокового притока с эстуарием, остальные станции были удалены друг от друга на 3 км вверх по течению. Были произведены замеры солёности и кислородонасыщения воды в трех лагунных (пойменных) озерах на водосборах притоков р. Индиго. Проводился отбор проб воды для определения содержания взвеси, общего фосфора и общего азота. На станциях 1и–3и были отобраны 3 пробы донных отложений для определения содержания тяжелых металлов. Выполнены 17 геоботанических профилей, обследовано 48 геоботанических площадок вне этих профилей, проведены орнитологические наблюдения на 5 маршрутах. Замеры температуры, солёности воды, содержания кислорода и величины pH осуществлялись

с помощью многопараметрического анализатора жидкости *Multi 3420* фирмы *WTW*. Колебания уровня воды определялись по стандартной водомерной рейке с привязкой к условному нулю поста. Выделение взвеси проводилось методом вакуумной фильтрации через ядерные фильтры с диаметром пор 0.45 мкм. Для определения общего фосфора и общего азота использовался метод, предложенный Королевым и уточненный Вальдеррамом.

Как показали исследования, морские воды в летнюю межень на полной воде прилива заполняют практически весь эстуарий на протяжении 30 км. Наибольший пространственный градиент солёности наблюдался в его центральной части около п. Индиго (станция 2и). МФ эстуария р. Индиго состоит из стандартной последовательности его трех ступеней, соответствующей классической модели академика Лисицына А.П. [3]. Гравитационной зоне в эстуарии р. Индиго соответствует интервал солёности менее 5‰, а коагуляционно-сорбционной ступени — 5–30‰ [2]. Мутьевая “пробка” локализуется в вершине эстуария, где содержание взвеси достигало 86–110 мг/л. Максимум концентраций взвеси на входе в эстуарий фиксировался на малой воде прилива, в центре эстуария — на половине фазы прилива и в вершине эстуария — на полной воде прилива. В зоне коагуляционно-сорбционной ступени МФ наблюдалась нелинейность связей солёности с исследуемыми гидрохимическими параметрами. Отмечалось снижение величины pH с локальным минимумом до 7.8–7.9 в диапазоне солёности 12–29‰ за счет выпадения кальция в осадок, уменьшение насыщения вод кислородом с минимумом до 95% в том же диапазоне солёности, возрастание кон-

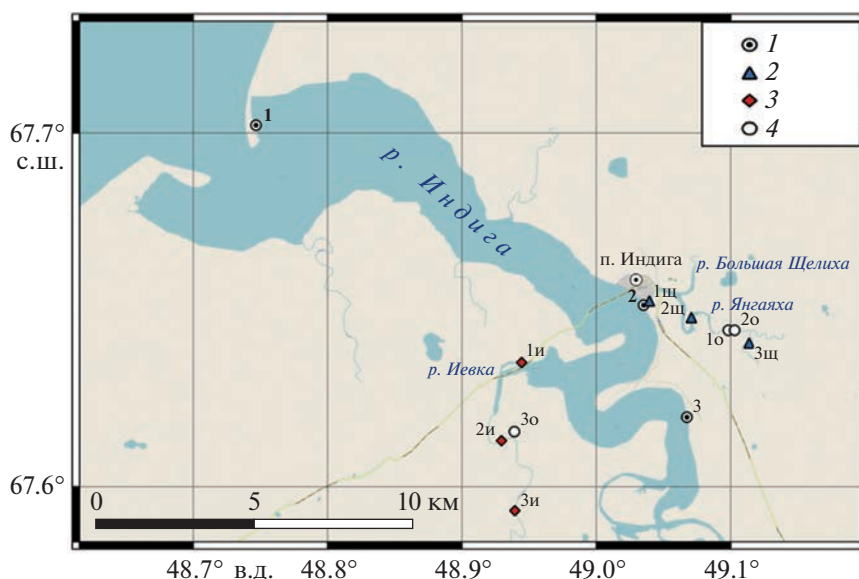


Рис. 1. Станции отбора проб: 1 – полусуточные; 2 – разрез № 1; 3 – разрез № 2; 4 – озера.

концентраций общего фосфора с локальным максимумом до 20–30 мкг/л в диапазоне солёности 10–20‰, что, например, не типично для устьев рек Белого моря, уменьшение концентраций общего азота с локальным минимумом до 100–200 мкг/л в диапазоне солёности 5–15‰.

При наличии открытого мелководного устьевое взморье реки со значительной мутностью вод и их высокой гидродинамичностью, биологическая ступень МФ, если ориентироваться на кислородонасыщение, сдвигается на более глубоководный участок с чисто морскими водами с солёностью более 30‰. С другой стороны, наблюдается высокое кислородонасыщение лагунных (пойменных) озёр (117–144%), расположенных на заливных приморских лугах (лайдах). Наличие в лагунных озёрах солоноватых вод при отсутствии деформирующего влияния ветрового волнения, сильных течений и подвижек льда создает благоприятные условия для массового развития в них галофитов и микроводорослей. Таким образом, в лагунных озёрах эстуария р. Индиги наблюдается повышенная биологическая продуктивность зоны смешения пресных и соленых вод, и данную зону можно рассматривать, как своего рода “вторичную” биологическую ступень.

Следует отметить, что структура МФ эстуария р. Индиги заметно отличается от наиболее изученного МФ микроприливно-го устья р. Северной Двины [1]. Скорее всего, процессы обмена веществом между сушей и морем через микроприливно-ые и мезоприливные устья рек в арктической зоне европейского Севера имеют различный характер. Последние можно рассматривать как более эффективные барьеры на пути транзита взвесей и, возможно, биогенных веществ в арктические

моря. В условиях наблюдаемого потепления и таяния многолетнемерзлых грунтов это может повлечь за собой интенсивное заболачивание приливных осушек и мелководных участков арктических устьев рек. Полученные результаты позволяют понять характер функционирования биогеоценозов мезоприливных устьев рек арктической зоны России, которые являются малоизученными водными объектами. Информация дает возможность оптимизировать мероприятия и процессы по рациональному использованию и охране природных ресурсов западного сектора российской Арктики, в том числе, при строительстве и эксплуатации арктического морского глубоководного порта “Индига”.

**Источники финансирования.** Работа выполнена в рамках государственного задания № FMWE-2021-0006. Полевые исследования проведены при финансовой поддержке Гранта № 297-Г выделенного АНО “Экспертный Центр – Проектный Офис Развития Арктики (ПОРА)”.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев В.В., Филиппов А.С., Кравчишина М.Д. и др. Особенности геохимии речного стока в Белое море // Система Белого моря. Т. II. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера. М.: Научный мир, 2012. С. 225–308.
2. Котова Е.И., Мискевич И.В., Мосеев Д.С., Чульцова А.Л. Характеристика маргинального фильтра эстуария реки Индига в Баренцевом море // Успехи современного естествознания. 2022. № 9. С. 39–44.
3. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 4. № 5. С. 735–747.

## **Study of Marginal Filter of Mesotidal Estuary of Indiga River (Barents Sea Basin)**

**I. V. Miskevich<sup>a, #</sup>, E. I. Kotova<sup>a</sup>, D. S. Moseev<sup>a</sup>**

*<sup>a</sup>Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*<sup>#</sup>e-mail: szoiras@yandex.ru*

The article provides brief information on the study of the features of the marginal filter of the mesopotential estuary of the Indiga River in the Barents Sea in the summer low water of 2022.

**Keywords:** Indiga, marginal filter, mesopotential estuary, lagoon lakes