

УДК 551.35,551.46

## ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 61-ом РЕЙСЕ НИС “АКАДЕМИК ИОФФЕ”

© 2023 г. М. О. Ульянова<sup>1, 2, \*</sup>, В. В. Сивков<sup>1, 2</sup>, С. В. Александров<sup>1, 3</sup>, Е. С. Бубнова<sup>1, 2</sup>,  
А. А. Гусев<sup>1, 3</sup>, Е. В. Дорохова<sup>1, 2</sup>, Е. Е. Ежова<sup>1</sup>, Т. Р. Еремина<sup>4</sup>, М. В. Капустина<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия

<sup>3</sup>Атлантический филиал “Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии”, Калининград, Россия

<sup>4</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Россия

\*e-mail: marioches@mail.ru

Поступила в редакцию 13.10.2022 г.

После доработки 14.10.2022 г.

Принята к публикации 16.02.2023 г.

В 61-ом рейсе НИС “Академик Иоффе” (28 июня–12 июля 2022 г.) выполнены комплексные океанологические съемки в российских секторах Юго-Восточной Балтики и Финского залива. В условиях многолетнего отсутствия “больших” затоков североморских вод в глубинных водах продолжает развиваться гипоксия и аноксия. В восточной части Гданьской впадины впервые идентифицирован контуритовый дрейфт, сформированный в литориновую фазу Балтийского моря. Выполнена очередная комплексная съемка на морской площадке калининградского карбонового полигона и проведена V Международная летняя школа “Береговая зона моря: исследования, управление и перспективы”.

**Ключевые слова:** Балтийское море, Гданьская впадина, Финский залив, аноксия, гипоксия, карбоновый полигон, контуритовый дрейфт

DOI: 10.31857/S0030157423050180, EDN: HBPWCA

В 61-ом рейсе НИС “Академик Иоффе” (28 июня–12 июля 2022 г.) исследованы природные комплексы в российских секторах Балтийского моря (рисунок 1). Продолжены наблюдения на морской площадке калининградского карбонового полигона, организованного в 2021 г. в юго-восточной части Гданьского бассейна [3].

Гидрофизические измерения проводили на станциях многоканальными зондами Sea&Sun Tech STD 90M и Idronaut Ocean Seven 316 Plus. Пробы воды отбирали гидрологическим комплексом Hydrobios MWS12 Slimline с батометрами Нискина. На борту судна определяли содержание кислорода, восстановленных соединений серы, рН, фосфатов, нитритов, силикатов, взвеси. Пробы воды для определения биогенных элементов и метана переданы в береговые лаборатории. Исследования акустической структуры донных осадков проводили с использованием судового параметрического профилографа Innomag SES-2000 Deep-36. Отбор донных осадков выполняли ударными геологическими трубками, в т.ч. герметичной, и дночерпателем Ван Вина. На судне

осуществляли литологическое описание осадков, определение магнитной восприимчивости, рентгенофлюоресцентный анализ. Выполнена экспериментальная экспозиция дрейфующей седиментационной ловушки.

Определяли фотосинтетическую активную радиацию, потенциальную фотосинтетическую способность, содержание хлорофилла “а” в морской воде, выполняли отбор проб бактериопланктона, фитопланктона, зоопланктона, ихтиопланктона и зообентоса.

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

*Гидролого-гидрохимические исследования.* В Гданьской впадине оксиклин (0–8 мл/л) находился в галоклине и несколько выше него на глубинах 40–85 м и был приподнят в ЮВ направлении. В нижней части оксиклина был отмечен четко выраженный промежуточный нефелюидный слой, предположительно биогеохимического происхождения [1]. Над Гданьско-Готландским порогом он находился непосредственно у дна, т.е. стано-

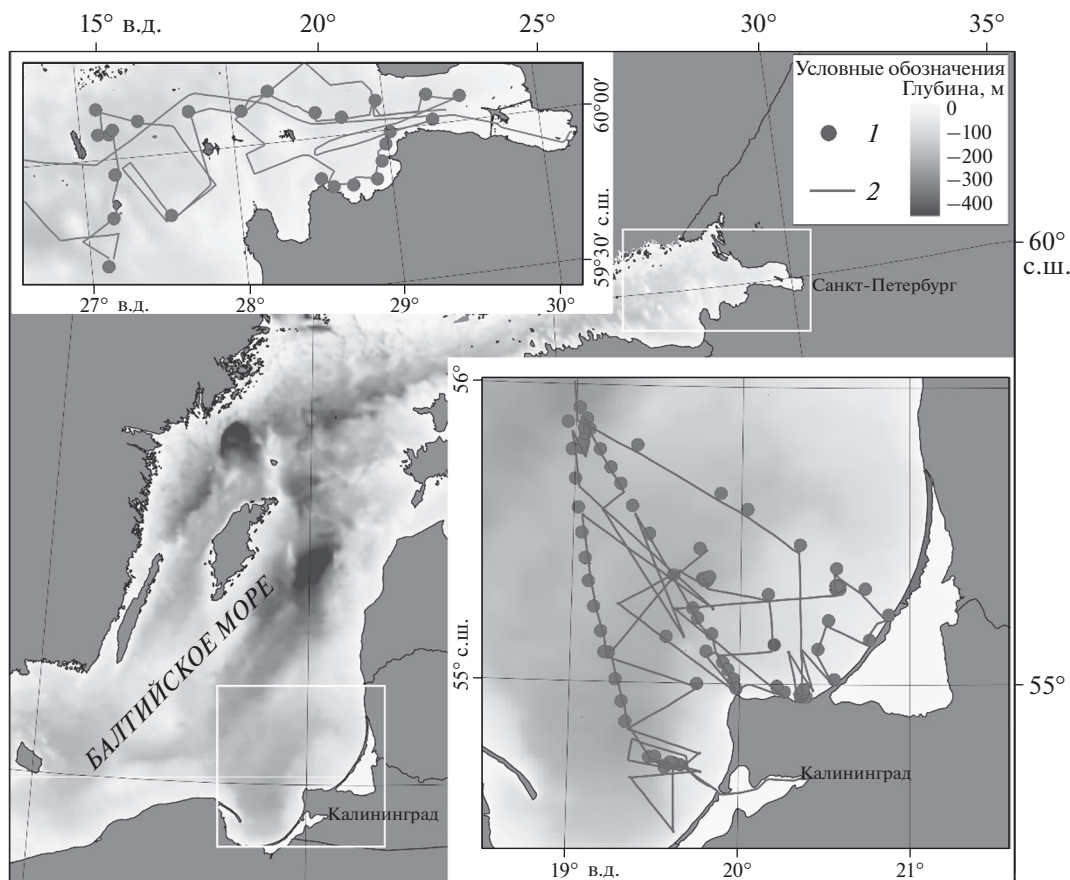


Рис. 1. Район экспедиционных работ в 61-м рейсе НИС “Академик Иоффе”: 1 – океанологические станции, 2 – геоакустическое профилирование.

вился придонным нефелоидным слоем. Аноксия отмечена в глубинных водах на расстоянии до 20 м от дна. Концентрация растворенного сероводорода достигала здесь 2.2 мг/л, причем не в центре, а на периферии впадины на глубинах около 90 м. Следовые количества сероводорода (до 0.035 мг/л) были зафиксированы и выше галоклина – до горизонта 45 м. В условиях аноксии и гипоксии отмечены максимальные значения фосфатов (>180 мкг/л).

В Финском заливе восточнее о. Гогланд также отмечена придонная гипоксия в сочетании с максимальными значениями концентрации фосфатов (до 175 мкг/л). В поверхностных водах содержание кислорода понижалось с 8 до 6 мл/л в направлении устья р. Невы, максимальные концентрации нитритов (1.8 мкг-ат/л) были отмечены у устья р. Невы. По мере удаления от устья максимум нитритов заглублялся до горизонта 10–20 м.

*Гидробиологические исследования.* В юго-восточной части Балтийского моря концентрация хлорофилла “а” соответствовала в основном низкому уровню эвтрофирования вод (< 2 мкг/л) и возрастала до среднего уровня эвтрофирования только у северного побережья Калининградской области.

В открытом море при мощности фотического слоя ~21 м отмечены проявления подповерхностной фазы цианобактериального “цветения” моря. Преобладали потенциально-токсичный *Aphanizomenon flosaquae* и токсичная *Nodularia spumigena*. В прибрежной зоне отмечена поверхностная фаза “цветения” с доминированием по биомассе *Aph. flosaquae*. В составе зоопланктона не отмечено значительного развития чужеродной понто-каспийской кладоцеры *Cercopagis pengoi*. В прибрежной зоне выявлено присутствие нескольких групп беспозвоночного нектона (*Mysida*, *Amphipoda*, *Decapoda*), два вида личинок рыб *C. pengoi*. В зообентосе прибрежной зоны выявлено присутствие ювенильных особей разных видов моллюсков и их планктонных личинок. На участке дна, находящемся под влиянием техногенных рассолов, поступающих в море в результате размыва пермских соляных пластов [5], отмечено появление ареала глинистых песков, что может быть следствием гидротехнических работ по прокладке подводного трубопровода. В эрозионной долине на склоне Восточно-Готландской впадины (глубины от 80 до 120 м), как и в предыдущие годы [2],

отмечены двустворчатые моллюски *Astarte borealis*, состояние популяции которых свидетельствует о наличии перетока придонных насыщенных кислородом (более 2 мл/л) вод из Слупского желоба в Готландскую впадину [4]. В Финском заливе чужеродный рачок *S. pengoi* повсеместно был массовым видом.

**Геолого-геофизические исследования.** У подножия восточного склона Гданьской впадины впервые отмечена вытянутая депрессия рельефа (1–2 м) с примыкающим клиновидным телом литориновых и пост-литориновых осадков. Такое сочетание – геоморфологический признак контуритовых дрефтов, распространенных, в том числе, и в Балтийском море [6]. Здесь они формируются придонными течениями североморских вод. В контуритах отмечены акустические аномалии, связанные с газонасыщением осадков. В морских илах, по сравнению с осадками озерных стадий, отмечены пониженные значения магнитной восприимчивости и содержания терригенных элементов. Повышенное содержание свинца и цинка в пост-литориновых осадках обусловлено антропогенным влиянием.

**Источники финансирования.** Гидролого-гидрохимические и гидробиологические исследования выполнены в рамках госзадания ИО РАН (темы №№ FMWE-2021-0012, FMWE-2021-0007), исследование контуритового дрефта выполнено в рам-

ках гранта РФ № 22-17-00170. Работы на карбонном полигоне выполнены по госзаданию Минобрнауки РФ, тема № FZWM-2023-0002.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивков В.В., Журов Ю.И. О специфике скоплений взвеси во впадинах Балтийского моря // *Океанология*. 1991. Т. 31. № 6. С. 1060–1066.
2. Ульянова М.О., Сивков В.В., Баширова Л.Д. и др. Океанологические исследования Балтийского моря в 56-м рейсе ПС “Академик Иоффе” // *Океанология*. 2022. Т. 62. № 1. С. 162–164.
3. Ульянова М.О., Сивков В.В., Баширова Л.Д. и др. Океанологические исследования Балтийского моря в 51-м рейсе ПС “Академик Сергей Вавилов” // *Океанология*. 2022. Т. 62. № 4. С. 667–669.
4. Krek A., Gusev A., Krek E. et al. The pathway of the water exchange over the Gdansk–Gotland Sill of the Baltic Sea and its impact on habitat formation during the stagnation period // *Oceanologia*. 2021. V. 63(2). P. 163–178.
5. Krek A., Gusev A., Krek E. et al. Impact of the brine discharge on the bottom ecosystem of the Sambia Peninsula coast (South-Eastern Baltic Sea) // *Regional Studies in Marine Science*. 2022. 102673.
6. Sivkov V., Gorbatskiy V., Kuleshov A., Zhurov Y. Muddy contourites in the Baltic Sea: an example of a shallow-water contourite system // *Geological Society Memoir*. 2002. V. 22(1). P. 121–136.

## Research of the Baltic Sea in the 61 Cruise of the R/V *Akademik Ioffe* (June–July 2022)

M. O. Ulyanova<sup>a, b, #</sup>, V. V. Sivkov<sup>a, b</sup>, S. V. Aleksandrov<sup>a, c</sup>, E. S. Bubnova<sup>a, b</sup>, A. A. Gusev<sup>a, c</sup>, E. V. Dorokhova<sup>a, b</sup>, E. E. Ezhova<sup>a</sup>, T. R. Eremina<sup>d</sup>, M. V. Kapustina<sup>a</sup>

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

<sup>b</sup>*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

<sup>c</sup>*Atlantic Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia*

<sup>d</sup>*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

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

In the 61st cruise of the R/V *Akademik Ioffe* (June 28–July 12, 2022), complex oceanographic survey was carried out in the Russian sectors of the South-Eastern Baltic Sea and the Gulf of Finland. In the conditions of long-term absence of major inflows of North Sea waters, hypoxia and anoxia continue to develop in deep waters. In the eastern part of the Gdansk Deep, a contourite drift was identified for the first time, formed during the Littorina phase of the Baltic Sea. Together with the Kant Baltic Federal University, complex study was carried out on the offshore site of the Kaliningrad carbon polygon and the V International Summer School “Coastal zone of the sea: research, management and prospects” was held.

**Keywords:** Baltic Sea, Gdansk Basin, Gulf of Finland, hypoxia, Kaliningrad carbon polygon, contourite drift