

УДК 551.35,551.46

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ  
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 49-м РЕЙСЕ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА  
“АКАДЕМИК СЕРГЕЙ ВАВИЛОВ”**

© 2020 г. В. В. Сивков<sup>1,2</sup>, М. О. Ульянова<sup>1,2</sup>, \*, М. В. Капустина<sup>1,2</sup>, Е. С. Бубнова<sup>1</sup>,  
Д. В. Дорохов<sup>1,2</sup>, В. А. Кречик<sup>1</sup>, И. Ю. Дудков<sup>1,2</sup>, Н. В. Двоглазова<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

\*e-mail: marioches@mail.ru

Поступила в редакцию 22.01.2020 г.

После доработки 22.01.2020 г.

Принята к публикации 08.04.2020 г.

В 49-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов” (29.08–07.09.2019) получены новые данные по геологической истории Балтийского моря и современному состоянию его экосистемы в условиях эвтрофикации. Уточнены размеры и форма Готландского контуритового дрефта, а также маршрут течений североморских вод, поступающих в Балтийское море. В Гданьской и Готландской впадинах отмечены условия гипоксии и аноксии в сочетании с “сероводородным заражением”. Содержание  $H_2S$  во впадинах достигало 0.26 и 0.35 мл/л соответственно.

**Ключевые слова:** Балтийское море, контуритовый дрефт, донные осадки, североморские воды, гипоксия, аноксия, сероводородное заражение, магнитотаксисные бактерии, научно-образовательная деятельность

**DOI:** 10.31857/S003015742004022X

В 49-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов” (29 августа–07 сентября 2019 г.) были выполнены комплексные океанологические исследования в Гданьской и Готландской впадинах Балтийского моря (рис. 1). Содержание исследований было определено темами государственного задания ИО РАН (№ 0149-2019-0013) и международного проекта “Комплексное управление морским культурным наследием региона Балтийского моря” (BalticRim) в рамках программы ИНТЕРРЕГ “Регион Балтийского моря”.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

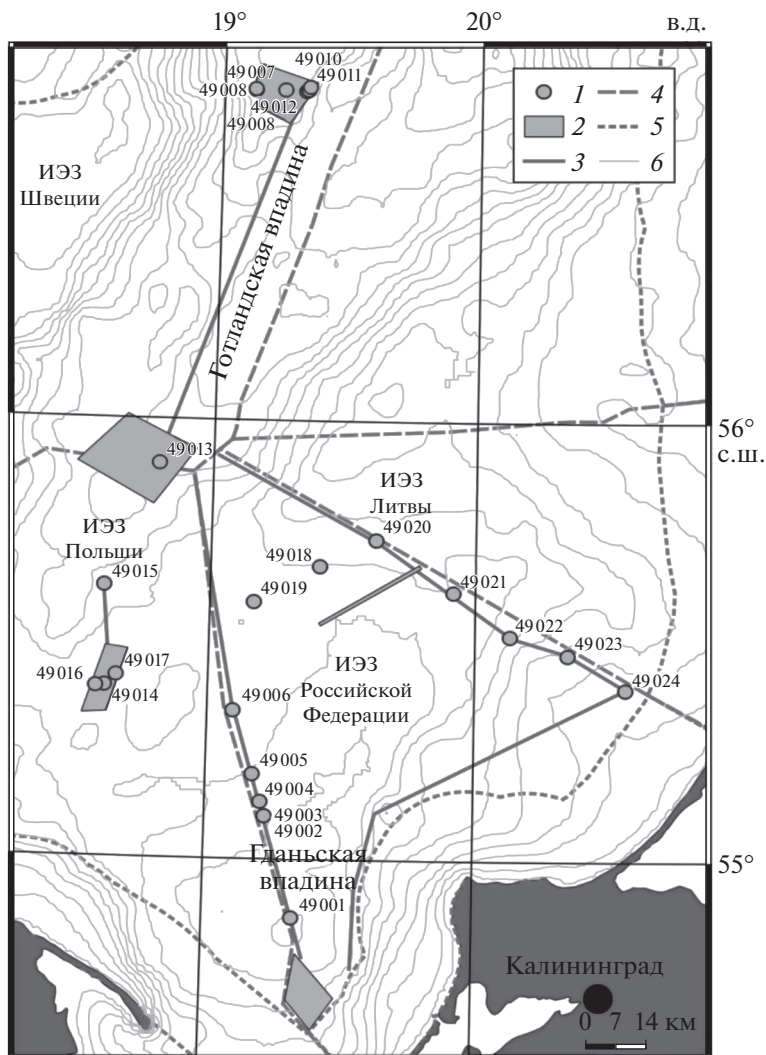
Геоакустическое профилирование осуществлялось однолучевым двухчастотным эхолотом и гидролокатором бокового обзора Simrad EA400SP (38 и 200 кГц), а также судовым эхолотом Kongsberg EA600 (12 кГц). Отбор проб донных осадков производился гравитационной геологической трубкой (станции АСВ49007 и АСВ49013), герметичной геологической трубкой (с получением пробы придонной воды) и дночерпателем Ван-Вина. Гидрофизическое зондирование выполнялось на станциях мультипараметрическими зонда-

ми Sea&SunTech CTD-90M и Idronaut 316. Отбор проб воды с заданных по результатам гидрофизического зондирования горизонтов осуществлялся гидрологическим комплексом HYDRO-BIOS MWS 12 Slimline. Для определения в пробах воды концентрации минерального кремния, фосфора фосфатов и содержания сероводорода использовался спектрофотометр КФК-3КМ; для определения концентрации растворенного кислорода – ручной титратор-дозатор Аквилон АТП-1Д; для сбора взвеси методом фильтрации – вакуумный насос KNF Neuberger D-79112 и поликарбонатные воронки Sartorius Stedim Biotech 16510; для изучения магнитотаксисных бактерий – центрифуга Elmi CM-6M1.

Из-за закрытия района работ в российской ИЭЗ для проведения учений военных кораблей программа экспедиции была выполнена не полностью.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По геоакустическим данным уточнены размеры и форма Готландского контуритового дрефта – осадочного тела, сформированного придонными



**Рис. 1.** Пространственная схема работ в 49-м рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов». 1 – океанологические станции, 2 – геоакустические полигоны, 3 – попутное геоакустическое профилирование, 4 – границы исключительных экономических зон, 5 – границы территориальных вод, 6 – изобаты (через 10 м).

течениями. Прилегающая к нему с восточной стороны узкая (~1 км) депрессия трассирует маршрут течений североморских вод, которые начали проникать в Балтийское море ~8 тыс. лет назад. На дрефте была отобрана колонка осадков АСВ49013. В текстуре ее верхней части, соответствующей литориновой стадии (8–4 тыс. лет назад), отчетливо проявилась волнистая слоистость, которая ассоциируется с рифелями (волновой рябью) и повышенной гидродинамической активностью в придонном слое моря.

Прослежено распространение борозд айсбергового выпавивания (плугмарков) под слоем литориновых илов Готландской впадины на глубинах 110–120 м, превышающих глубины Гданьско-Готландского порога, где плугмарки были идентифицированы ранее. Уточнен рельеф прохода, через который придонные североморские воды

из Западной Балтики могут поступать в Гданьскую впадину. Получены новые данные, уточняющие площадь и форму обширного ареала газонасыщенных илов в Гданьской впадине.

В придонной воде и осадках Готландской и Гданьской впадин были получены пробы для экспериментального исследования магнитотаксисных бактерий, способных в условиях аноксии и гипоксии синтезировать магнитные минералы (в частности, магнетит). Магнитные минералы как продукт жизнедеятельности бактерий со временем накапливаются в осадках и влияют на их магнитные свойства, создавая, таким образом, палеогеографический маркер окислительно-восстановительных условий бассейна.

После серии больших затоков североморских вод в Балтийское море (2015–2017 гг.) в сентябре

2019 г. в Гданьской впадине был выявлен придонный слой гипоксии (содержание кислорода 2 мл/л) мощностью до 35 м при глубине моря 105 м. На расстоянии до 15 м от дна зафиксированы аноксия и “сероводородное заражение”. Содержание растворенного сероводорода достигало 0.26 мл/л. В юго-восточной части Готландской впадины слой гипоксии был ограничен сверху глубинами 50–60 м при глубине моря 160 м, а аноксия отмечена ниже горизонта 80 м и до дна. Максимальное содержание растворенного сероводорода достигло здесь 0.35 мл/л.

В ходе экспедиции на борту судна проводились научно-образовательные мероприятия. Балтийским федеральным университета им. Иммануила Канта (БФУ им. И. Канта) во взаимодействии с ИО РАН была организована II-я Международная молодежная летняя школа “Береговая зона моря: исследования, управление и перспективы”. Слушателями школы стали 28 бакалавров, магистрантов и аспирантов БФУ им. И. Канта, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Клайпедского университета, Брестского государственного уни-

верситета им. А.С. Пушкина и Института природопользования НАН Белоруссии (г. Минск). В качестве приглашенных лекторов выступили 15 лекторов из ведущих научных организаций России и Литвы. Калининградским отделением Российского геологического общества был проведен “круглый стол” по теме “Полезные ископаемые Балтийского моря: состояние изученности, проблемы и перспективы использования”. По тематике “круглого стола” был сделан ряд докладов представителями России и Литвы.

**Благодарности.** Авторы благодарят экипаж НИС “Академик Сергей Вавилов” за содействие в проведении научных работ.

**Источники финансирования.** Геоакустические исследования в исключительной экономической зоне России выполнялись в рамках проекта международного проекта “Комплексное управление морским культурным наследием региона Балтийского моря” (BalticRim), остальные исследования выполнялись в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0149-2019-0013).

## Integrated Researches of the South Part of the Baltic Sea in the 49<sup>th</sup> Cruise of the *Akademik Sergey Vavilov*

V. V. Sivkov<sup>a, b</sup>, M. O. Ulyanova<sup>a, b, #</sup>, M. V. Kapustina<sup>a, b</sup>, E. S. Bubnova<sup>a</sup>, D. V. Dorokhov<sup>a, b</sup>,  
V. A. Krechik<sup>a</sup>, I. Y. Dudkov<sup>a, b</sup>, N. V. Dvoeglazova<sup>a, b</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>#</sup>*e-mail: marioches@mail.ru*

In the 49th cruise of the *Akademik Sergey Vavilov* (August 29–September 7, 2019) the new data were obtained on the geological history of the Baltic Sea and the current state of its ecosystem under eutrophication conditions. The size and shape of the Gotland contourite drift, as well as the route of the currents of the North Sea waters entering the Baltic Sea were specified. The conditions of hypoxia and anoxia in combination with “hydrogen sulfide infection” were noted in the Gdansk and Gotland deeps. The H<sub>2</sub>S content in the deeps reached 0.26 mL/L and 0.35 mL/L, respectively.

**Keywords:** Baltic Sea, contourite drift, bottom sediments, North Sea waters, hypoxia, anoxia, hydrogen sulfide infection, magnetotactic bacteria, scientific and educational activities