

УДК 551.465

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В 44-м РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА «АКАДЕМИК БОРИС ПЕТРОВ»

© 2019 г. А. В. Крек, В. Т. Пака, Е. В. Крек\*, Е. Е. Ежова, Д. В. Дорохов,  
А. А. Кондрашов, Е. С. Бубнова, Е. П. Пономаренко, Л. Д. Баширова, М. В. Капустина

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия*

*\*e-mail: elenka\_krek@mail.ru*

Поступила в редакцию 27.12.2018 г.

После доработки 25.01.2019 г.

Принята к публикации 05.02.2019 г.

С 5 по 30 октября 2018 г. был выполнен 44-й рейс НИС «Академик Борис Петров» в Балтийском море и проливе Скагеррак. Исследования включали в себя изучение структуры водной толщи, придонных течений, донных осадков и биологических сообществ.

**Ключевые слова:** Балтийское море, СТД-зондирование, ГЛБО, донные осадки, планктонные сообщества, бентос

**DOI:** 10.31857/S0030-1574595888-890

В ходе 44-го рейса НИС «Академик Борис Петров» (5–30 октября 2018 г.) были выполнены комплексные исследования в Балтийском море и проливе Скагеррак (рисунок) по программе мониторинга пространственно-временных изменений экосистемы Балтийского моря, работы по проблеме затопленного химического оружия (ХО) в рамках международного проекта DAIMON, а также внедрение усовершенствованных методов измерений структуры и динамики вод, включая тонкий придонный слой. Портом выхода и захода судна являлся г. Калининград.

**Гидрофизические работы** включали в себя постановку в районах затопления ХО в проливе Скагеррак и в Борнхольмской впадине двух долговременных донных станций с измерителями течений Aanderaa RCM9, подготовленных по проекту DAIMON. Определение детальной структуры водной толщи от поверхности до дна проводилось на протяженных разрезах (рисунок) по трассе затоков североморских вод (всего 378 зондирований) и на 12-ти опорных станциях. Работа на разрезах выполнялась на непрерывном ходу судна по новой методике, разработанной в АО ИО РАН с использованием Sea&Sun СТД-48Mc, направившей в рейс своих представителей. Работы на опорных станциях носили комплексный характер. Отбор проб воды системой «Розетта»

сопровождался измерениями мультипараметрическим зондом Idronaut 316 и акустическим профилированием скорости течений прибором RDI ADCP Workhorse, предоставленным АтлантНИРО, также направившим в рейс своего представителя.

Кроме освоения новой техники измерений на разрезах, в рейсе были успешно испытаны инклинометрические измерители течений, разработанные и изготовленные в АО ИО РАН. Эти недорогие и простые в эксплуатации приборы предназначены для исследования временной изменчивости и пространственной структуры течений в тонком придонном слое, недоступном для большинства стандартных самописцев и профилографов течений. Успешные испытания выполнены как в условиях прогнозируемых минимальных скоростей течений (менее 5 см/с), так и в условиях быстрого плотностного течения в затоковом русле в направлении Готландской впадины, усилившегося в период развития шторма до 45 см/с.

**Геоакустические работы** включали в себя площадную съемку гидролокатором бокового обзора (ГЛБО) Teledyne Benthos C3D на акустических полигонах (рисунок) и эхолотные промеры Simrad EA400SP на полигонах и попутных галсах. Всего было выполнено 425 км непрерывной съемки ГЛБО и 663 км эхолотного профилирования.

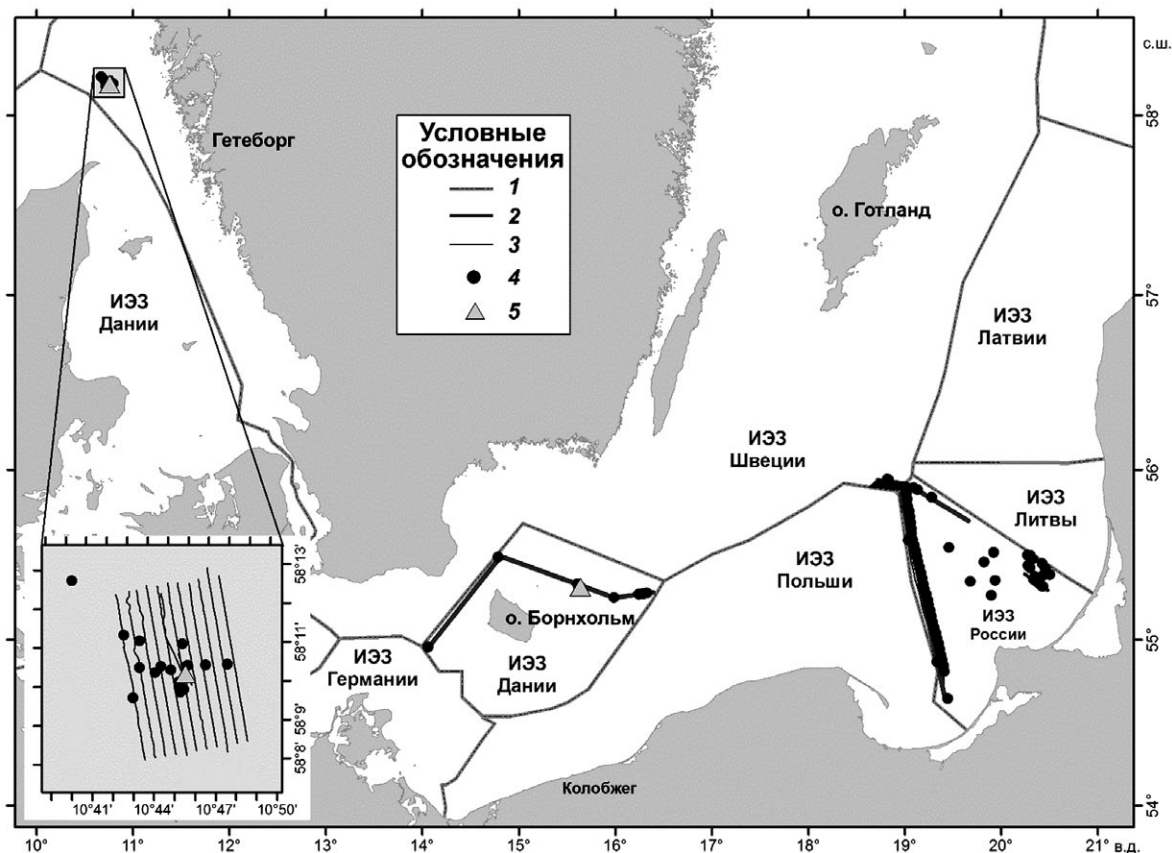


Рис. Схема работ в 44-м рейсе НИС «Академик Борис Петров»:

1 — ИЭЗ; 2 — СТД-профилерование на ходу судна; 3 — геоакустические профили; 4 — станции; 5 — донные станции.

Целью геологических работ были отбор проб поверхностных осадков с помощью дночерпателя Ван-Вина (44 пробы) для интерпретации сонарных данных и отбор колонок донных отложений с помощью геологической трубки большого диаметра (1 колонка) и герметичной грунтовой трубки системы Ниемисто (10 колонок) для дальнейшего изучения палеоклиматических и седиментационных условий в бассейнах Балтийского моря, в том числе под влиянием заток североморских вод и атмосферной циркуляции над северо-восточной Атлантикой.

**Гидробиологические работы** включали отбор проб фито-, зоо- и ихтиопланктона, макро- и мейобентоса, а также воды для определения содержания форм азота, фосфора и кремния. Пробы воды на гидрохимию и фитопланктон отбирали на заданных горизонтах 5- или 10-литровыми батометрами Нискина, установленными в гидрологическом комплексе Hydrobios MWS 12 Slimline. Пробы бентоса отбирали дночерпателем Ван-Вина (63 пробы макрозообентоса и 35 проб мейобентоса), зоопланктона — сетью WP-2 (32 пробы), ихтиопланктона — сетью ИКС-80 (11 проб).

### Предварительные результаты

По результатам профилирования водной толщи получены данные о структуре вод в Арконской и Борнхольмской впадинах, свидетельствующие об обновлении придонной воды в результате произошедшего в начале октября 2018 г., т.е. накануне рейса, затока североморских вод. Событие затока определено на сети немецких мониторинговых станций MARNET. Наши данные содержат первую информацию о еще не завершившемся на момент измерений вторжении соленых плотных вод. Насыщение кислородом воды в придонном слое Борнхольмской впадины увеличилось до 45% по сравнению с 1% в октябре 2017 г. (36-й рейс НИС «Академик Николай Страхов»). Придонная соленость за этот же период увеличилась с 17.90 епс до 19.09 епс, температура — с 6.9°C до 13°C. Полученные значения температуры и солености затоковой воды в Борнхольмской впадине близки к значениям, полученным в центральной части Арконской впадины. Можно надеяться, что оперативные данные об изменении структуры вод в начальный период затока будут дополнены данными

о течениях после подъема выставленной в центре Борнхольмской впадины донной станции.

По результатам съемки ГЛБО в южной части Готландской впадины были уточнены границы распространения алевроито-пелитовых донных отложений, обнаружены следы ледовой экзарации и получены новые данные о форме и особенности распространения покмарков. В восточной части пролива Скагеррак в районе свалки с ХО выявлены крупные покмарки овальной и вытянутой формы и многочисленные газовые сипы. В непосредственной близости от судна с ХО отмечено интенсивное воздействие донного траления.

На юго-восточном склоне Готландской впадины была отобрана колонка донных осадков длиной около 4 м. Осадочный разрез представлен пелитовыми и глинистыми илами (предположительно литориновыми) с высоким разрешением. Сообщества бентосных фораминифер в осадках характеризуются низким биоразнообразием. Два вида карбонатных фораминифер (*Elphidium excavatum* и *Elphidium incertum*) являются доминирующими. Дальнейшие исследования позволят реконструировать изменения условий седиментации в Балтике под влиянием меняющегося в голоцене климата и затоков северо-морских вод.

Состав и структура макрозообентоса характеризуют комплекс факторов среды на дне и в придонном горизонте, позволяя судить, в частности, о степени гипоксичности или об анаэробности придонных вод. В Гданьской впадине макробентос глубже 80 м не был найден, отмечено присутствие сероводорода, что свидетельствует о длительном застое придонных вод и анаэробных условиях. Аналогичная ситуация была отмечена

в Борнхольмской впадине, где живые организмы в пробах не обнаружены глубже 70 м, присутствовало сероводородное заражение. На глубинах 60–70 м здесь найдены еще не разрушившиеся мертвые раковины моллюска *Arctica islandica*, толерантного к низкому содержанию кислорода и кратковременной аноксии, что свидетельствует о недавнем наступлении анаэробных или близких к ним условий. На южном склоне Готландской впадины (глубина 120 м) бентосные организмы также не обнаружены, хотя еще в июле 2018 г. в этом районе мы отмечали припулид *Halicryptus spinulosus*, способных обитать при очень низком содержании растворенного кислорода, и мейобентосных животных. Таким образом, наблюдается обеднение глубоководных сообществ в Южной Балтике в связи с развивающимся дефицитом кислорода.

**Источник финансирования.** Гидрофизические и гидробиологические работы выполнены в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0149-2019-0013); геоакустические работы — в иностранных водах в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0149-2019-0013), в российских водах — при поддержке проекта R#64 BalticRim Программы Interreg Baltic Sea Region; измерение течений с помощью инклинометров в придонном слое воды — при поддержке проекта РФФИ № 18-05-80031; исследование свалки с химическим оружием — в рамках договора № 1/УТЧ/2017; отбор колонок донных осадков и их геологическое описание — при поддержке проекта РНФ № 18-77-10016; предварительный анализ геологических данных — при поддержке проекта РНФ № 14-50-00095; измерение течений в водной толще — в рамках договора № 68/2018.

## COMPLEX RESEARCH IN THE 44<sup>th</sup> CRUISE OF RV AKADEMIK BORIS PETROV

© 2019 A. V. Krek, V. T. Paka, E. V. Krek\*, E. E. Ezhova, D. V. Dorokhov,  
A. A. Kondrashov, E. S. Bubnova, E. P. Ponomarenko, L. D. Bashirova, M. V. Kapustina

*Shirshov institute of oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

\*e-mail: elenka\_krek@mail.ru

Received December 27, 2018

Revised version received January 25, 2019

After revision February 05, 2019

The 44<sup>th</sup> cruise of the RV Akademik Boris Petrov to the Baltic Sea and the Skagerrak Strait was carried out from 5 to 30 October, 2018. The studies included the study of the structure of water mass, near bottom currents, bottom sediments and biological communities.

**Keywords:** the Baltic Sea, CTD profiling, SSS, bottom sediments, planktonic communities, benthos