

Прибрежно-морская научная экспедиция

«Крым 2018»

Проект РФФИ № [17-05-41041](#) «Шельф полуострова Крым: геоморфология и новейшая история развития»

Госзадание тема № 0149-2018-0010 «Технологии инструментальных океанологических наблюдений для исследования физических полей, подводных объектов и экологии в гидросфере: разработка методов и технических средств многопараметрического сканирования водной толщи, дна и подводных объектов автономными и привязными зондами и профилографами»

Руководитель: д-р Н.А. Римский - Корсаков

МОСКВА

2018

1. Научная программа и основные задачи экспедиции

Экспедиционные работы, проведенные в 2018 году, являются составной частью комплекса экспедиционных исследований запланированных на три года. В 2017 году были проведены исследования шельфа в районе Феодосия – Керчь, в 2018 в районе Евпатория – Севастополь – Балаклава. Наиболее представительные исследования шельфа полуострова Крым и публикации по этой тематике были сделаны более 25–30 лет назад. Главным направлением исследований тех лет было изучение глубокой части геологического разреза шельфа в связи с проблемой нефтегазоносности региона. Поэтому, район работ 2018 года, особенно Севастополь и Балаклава, представляет большой интерес в виду его сравнительно малой изученности. Главной целью проведения прибрежно-морской научной экспедиции «Крым 2018» было получение новейших материалов по геоморфологическому и геологическому строению шельфа полуострова Крым с использованием современных методов океанологии и геофизики, необходимых для изучения экологии, современного рельефа и геологического строения шельфа Крыма, для восстановления истории его формирования в новейшее время. При этом решались следующие задачи:

- получение новых данных по геоморфологии дна и геологическому строению шельфа полуострова Крым методами дистанционного геоакустического зондирования (эхолотный промер материковой отмели Крыма; акустическое зондирование и гидролокационное картирование шельфа)
- уточнение представлений об изменениях уровня Черного моря на последних этапах его развития
- выяснения природы процессов, формирующих современный шельф Крыма, а также генезиса и истории развития заливов Крыма
- обобщение результатов исследований, в том числе составление детальных геоморфологических и палеогеографических карт-схем и литологических разрезов материковой отмели на район Евпатория – Севастополь – Балаклава
- развитие гидролокационных технологий обеспечения геоморфологических исследований шельфа с применением новых технических средств, создаваемых в ИО РАН

2. Район проведения исследований

В соответствии с Программой прибрежно-морской научной экспедиции «Крым 2018» в 2018 г морские экспедиционные работы проводились в южной и юго – западной частях шельфа полуострова Крым, в районах Севастополь – Балаклава и Севастополь – Евпатория, в продолжение работ, выполненных на восточной части шельфа Крыма в 2017 году. Продолжение работ в 2019 г севернее Евпатории (оз.Донузлав, мыс Тарханкут) позволит получить современную целостную картину шельфа Крыма.

Районы работ и расположение галсов инструментальной съёмки выполненных в 2018 г представлено на рис.1 и 2

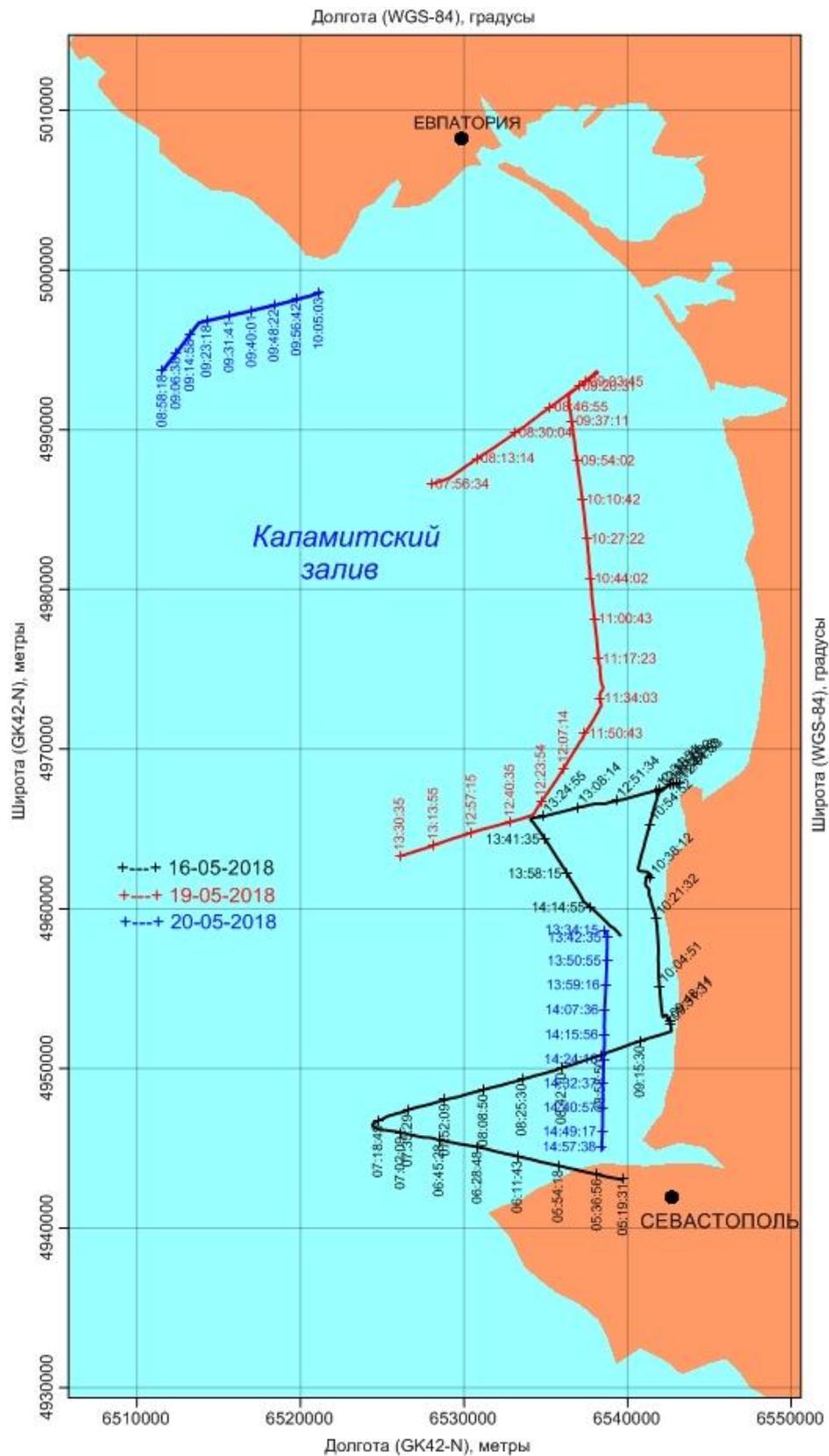


Рис.1. Схема галсов маршрута исследований, на котором проводилась гидролокационная съёмка дна, акустическое профилирование и эхолотный промер в районе Севастополь - Евпатория

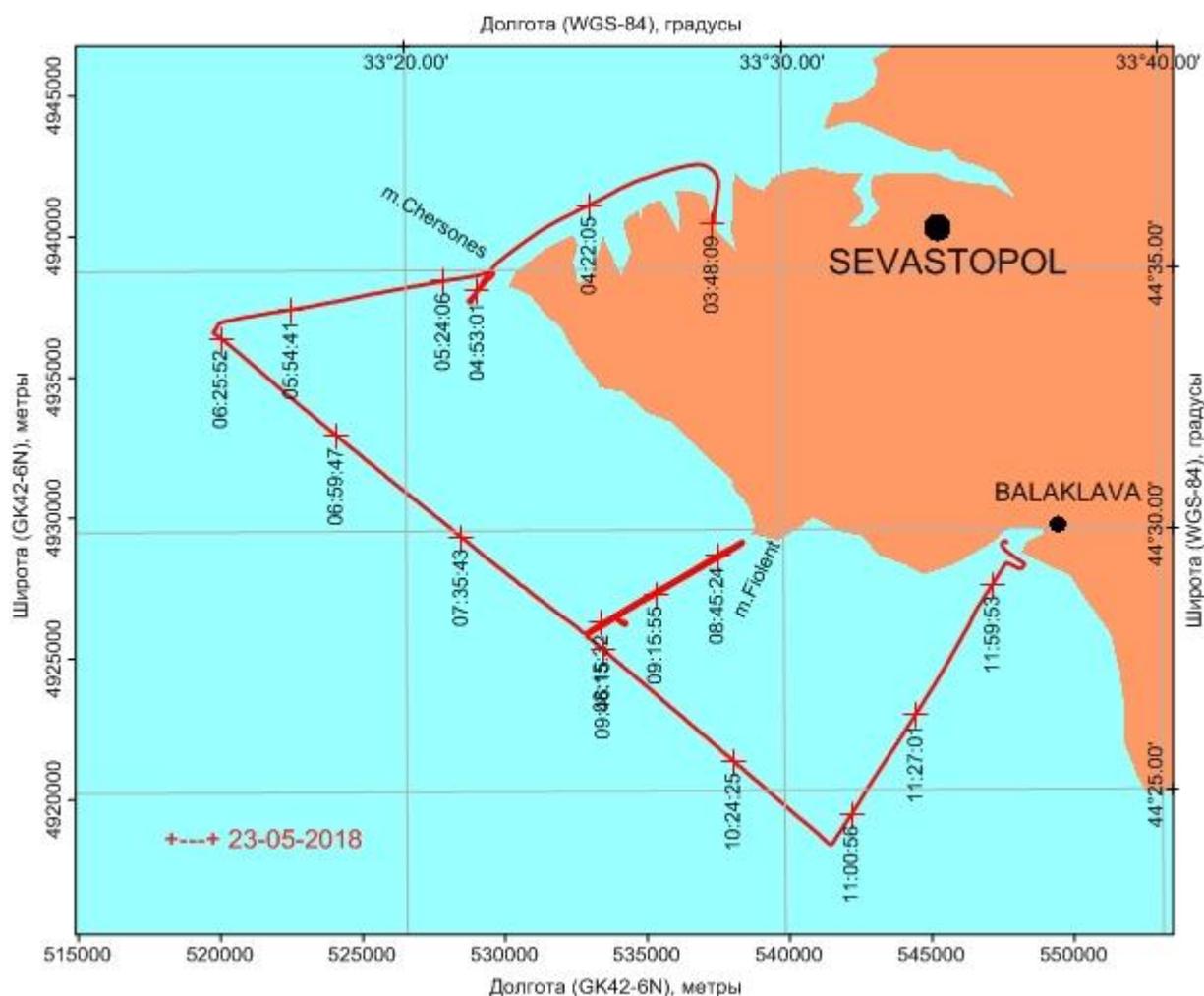


Рис.2. . Схема галсов маршрута исследований, на котором проводилась гидролокационная съёмка дна, акустическое профилирование и эхолотный промер в районе Севастополь – Балаклава

3. Список состава экспедиции

В состав сотрудников, участвующих в работах экспедиции входили:

Н.А. Римский – Корсаков - д.т.н., зам. дир. ИО РАН, зав. Лабораторией Гидролокации дна, руководитель работ

А.А. Пронин - н.с. Лаборатории Гидролокации дна ИО РАН

А.Д. Мутовкин – вед. инженер Лаборатории сейсмостратиграфии

И.М. Анисимов - м.н.с. Лаборатории Гидролокации дна ИО РАН

Я.И. Белевитнев инженер Лаборатории Гидролокации дна ИО РАН

4. Методы и средства исследований

Опыт работ 2017 года позволил внести ряд изменений в состав применяемого оборудования и методику получения комплекса данных. Основное внимание было уделено акустическому профилированию толщи донных отложений (ДО). Для повышения

качества получаемых данных в состав съёмочной аппаратуры были внесены следующие изменения:

- в качестве судовой части электроники использовалась аппаратура Chirp Sonar производства американской компании DATA SONICS, позволяющая излучать частотно модулируемые (ЧМ) сигналы. Она была адаптирована для работы с буксируемым телом акустического профилографа АП-5

- сбор первичных данных производился с помощью штатной программы DATA SONICS, а предварительная обработка с помощью программы KRAVCH-1, разработанной в ИО РАН.

- для проведения гидролокационной съёмки поверхности дна использовался высокоразрешающий трехчастотный гидролокатор бокового обзора (ГБО) «YellowFinn», фирмы Imagenex, с рабочими частотами 120, 300 и 600 кГц .

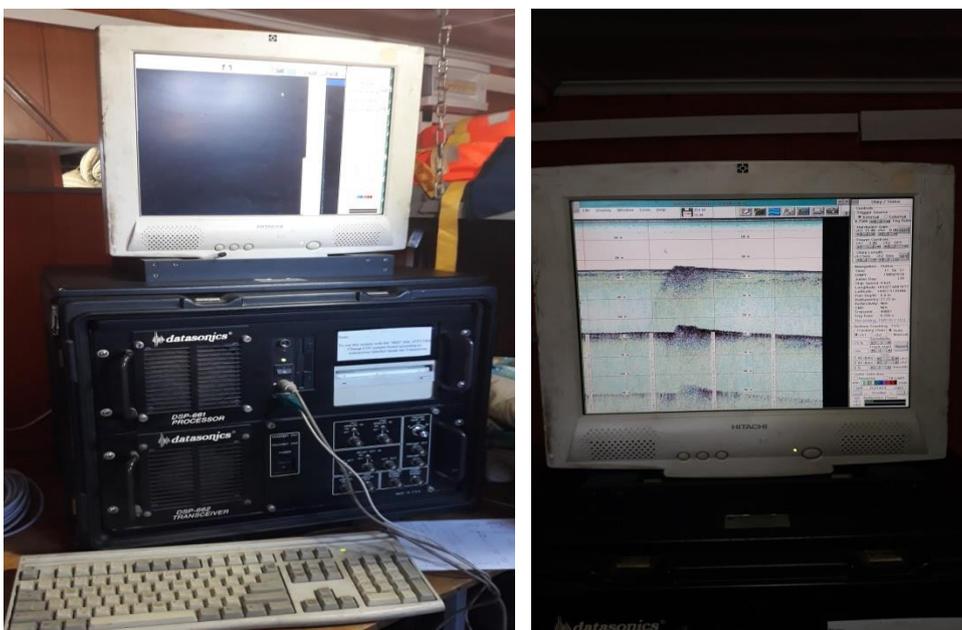


Рис. 3. Судовой блок аппаратуры акустического профилирования (слева) и пример изображения разреза рыхлых отложений, полученный в реальном времени.

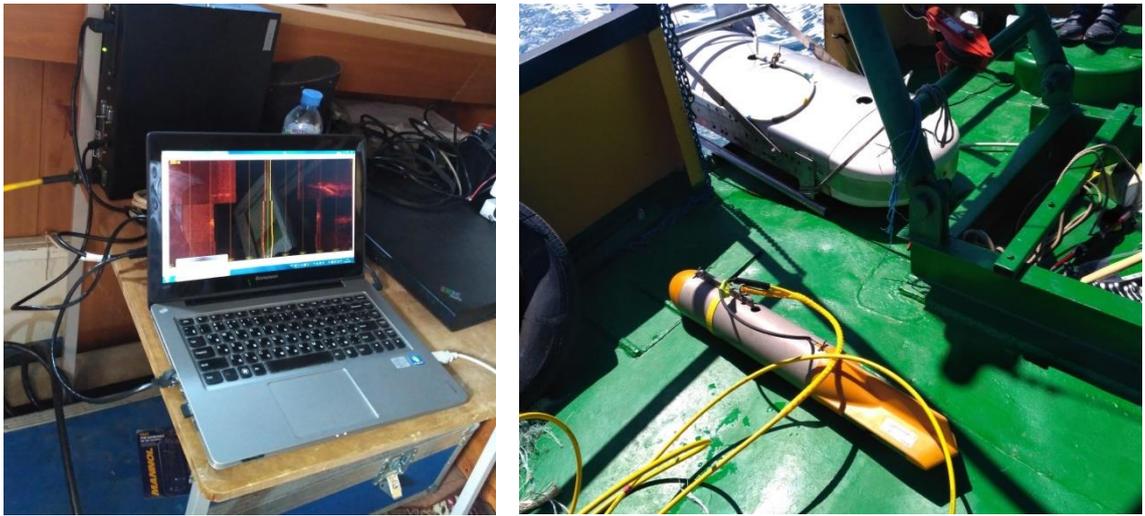


Рис.4. Судовой блок (слева) и буксируемое тело (справа) ГБО «YellowFin». На заднем плане – буксируемое тело акустического профилографа АП-5

В качестве запасного варианта на случай поломки на судне находились ГБО «Микросаунд» с рабочей частотой 240 кГц и судовая часть акустического профилографа «АП-5» разработки ИОРАН, с рабочей частотой 6 кГц, однако использовать их не потребовалось.

Для получения эхолотных профилей использовались цифровые эхолоты Скот-М и LMS-350.

Навигационная привязка маршрутов эхолотного промера, профилей акустического зондирования и галсов гидролокационной съемки осуществлялась с помощью дифференциального GPS-приемника Sigma-G3T фирмы Javad, использующего данные, как спутниковой группировки GPS, так и ГЛОНАСС. Дополнительно использовались GPS-приемники Garmin 46 и BU-353. Акустическое профилирование, гидролокационная съемка дна и эхолотирование выполнялись одновременно, при движении судна по запланированным галсам со скоростью до 4-ех узлов.

5. Объем выполненных работ

Общая площадь покрытия дна гидролокационной съемкой – 65 кв. км.

Общая длина галсов акустического профилирования толщи донных отложений – 161.2 км.

Общая длина галсов эхолотного промера – 180.4 км.

6. Первичные данные

Получен большой объем современных данных по пространственному распределению микро и мезо форм современного рельефа дна и строению верхней (современной) части толщи донных отложений шельфа полуострова Крым на участке Евпатория – Севастополь – Балаклава. В частности, первичные данные включают:

- файлы данных гидролокационной съёмки дна ГБО «YellowFinn» формата *.xtf,
- файлы данных акустического профилирования толщи донных отложений формата *.seg,
- файлы данных эхолота «Скат М» и LMS 350 в текстовом формате *.txt.

В таблице приведены данные о координатах расположения галсов и их протяженности, указаны наименования файлов первичных данных.

**Таблица координат галсов акустического профилирования и гидролокационной съёмки
шельфа Крыма в 2018 г**

Дата, время	№ гал- са	№ файла	Время, GMT		Глубины		Координаты начала галса	Координаты конца галса	Протяже нность галса, км	Название (географическа я привязка)	Приме- чание
			начало	конец	На- чало	ко- нец					
16.05.2018	16-1	160518_1 SEG	08:32:18	10:00:29	13.7	95	44°37.4292'N 33°28.7308'E	44°39.1597'N 33°18.3746'E	14.0	Севастополь, от берега	Тектоника?
16.05.2018	16-2	160518_2 SEG	10:27:08	12:23:26	87	14	44°39.5399'N 33°19.6338'E	44°42.2599'N 33°32.2180'E	11.5	К берегу, по направлению к Каче	Тектоника?
16.05.2018	16-3	160518_6 SEG	15:30:29	16:20:44	12.8	57	44°50.3809'N 33°31.8000'E	44°49.4964'N 33°25.8922'E	7.6	У берега, район м. Лукулл	Тектоника?
16.05.2018	16-4	160518_8 SEG	16:39:50	17:19:49	55		44°48.5496'N 33°26.6148'E	44°45.8482'N 33°29.3767'E	6.4	У берега, район м. Маргопуло	
19.05.2018	19-1	190518_1 SEG	07:47:05	09:00:27	30	10	45°00.4978'N 33°21.3149'E	45°04.3335'N 33°28.6356'E	11.9	К озеру Сакское	
19.05.2018	19-2	190518_2 SEG	09:27:40	11:35:45	22	26	45°03.2224'N 33°27.6976'E	44°52.9799'N 33°28.8359'E	19.4	Вдоль берега, Кызыл Яр - Лукулл	
19.05.2018	19-3	190518_4 SEG	12:09:17	13:22:29	43	87	44°50.6556'N 33°26.8473'E	44°48.2332'N 33°19.7555'E	10.35	Вдоль берега, Лукулл - Маргопуло	
19.05.2018	19-4	190518_5 SEG	14:50:58	15:29:04	98	89	44°40.6797'N 33°14.0488'E	44°39.6267'N 33°18.7610'E	7.7	Севастополь, морская часть	

20.05.2018	20-1	200518_1 SEG	08:20:34	09:58:00	75	21. мин. 9.8м	45°02.3625'N 33°06.2231'E	45°07.23955'N 33°15.8954'E	16.45	Евпатория, к берегу	на расст. 9.9 км от начала подверну- ли вправо на 30°
23.05.2018	23-1	230518_1 SEG	05:14:21	06:09:03	22	92	44°34.9431'N 33°22.2510'E	44°34.0251'N 33°15.1047'E	9.95	от м Херсонес	до изобаты 100м
23.05.2018	23-2	230518_2 SEG	06:23:21	08:11:09	97	97	44°33.8388'N 33°14.8211'E	44°28.0244'N 33°24.6264'E	17.1	м Херсонес – м. Фиолент	вдоль берега по изобате 100м
23.05.2018	23-3	230518_3 SEG	08:13:38	08:52:24	95	21	44°28.1336'N 33°24.1079'E	44°29.7635'N 33°28.8396'E	6.1	к м. Фиолент	от изобаты 100м
23.05.2018	23-4	230518_4 SEG	08:56:21	09:35:09			44°29.7635'N 33°28.8396'E	44°28.1336'N 33°24.1079'E		до изобаты 100м от м. Фиолент	повторение галса 3, отдельной картинки нет
23.05.2018	23-5	230518_5 SEG	09:44:17	10:52:02	98	97	44°27.8296'N 33°24.9238'E	44°23.9751'N 33°31.0512'E	11.05	м. Фиолент – Балаклава	по изобате 100м
23.05.2018	23-6	230518_6 SEG	10:52:02	12:05:37	96	51	44°23.9761'N 33°31.0498'E	44°29.3284'N 33°35.8330'E	11.7	к Балаклаве (м. Георгия)	от изобаты 100м

7. Предварительные научные результаты

Полученные данные, необходимы для восстановления мало изученных этапов палеогеографической истории формирования континентальной окраины Крыма в новейшее время. Шельф равнинного Крыма имеет платформенную природу и относится к так называемому трансгрессивному типу, широко представленному в Мировом океане. Шельф же Горного Крыма представляет собой особую разновидность в связи с тем, что значительная часть Крымского мегаантиклинория была в недавнее геологическое время опущена на дно Черного моря. Его рельеф и отложения формировались в ходе сложного взаимодействия тектонических движений, в том числе разрывных, и экзогенных факторов – денудации и аккумуляции. Полученные данные позволят уточнить существующие представления об изменении уровня Черного моря, генезисе и истории образования заливов полуострова Крым и, в конечном счете, для восстановления мало изученных этапов палеогеографической истории формирования континентальной окраины Крыма в новейшее время. Данные 2018 года органично дополняют данные полученные в 2017 году и, в совокупности, позволяют выявить общие закономерности современных геолого-геоморфологических процессов на шельфе полуострова Крым.

Ниже приведены фрагменты профилей акустического зондирования и гидролокационные изображения дна (рис.3 - 8), на которых приведены наиболее характерные типы донных ландшафтов шельфа Крыма.

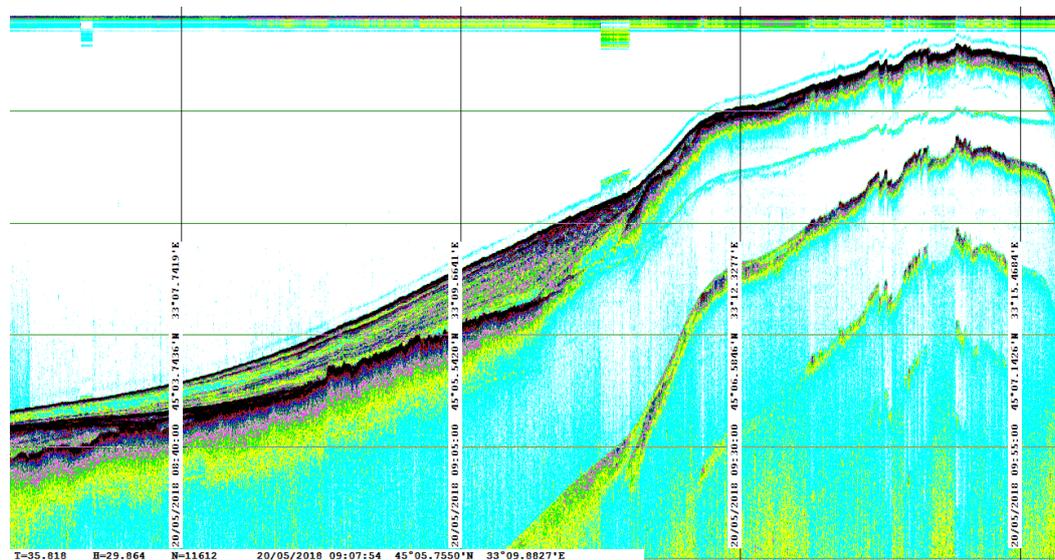


Рис.5. Изображение проявлений различных тектонических и экзогенных рельефообразующих процессов, полученное с помощью акустического профилографа: –выклинивание осадков (слева), осадочные «карманы» (в центре) и разрывные нарушения осадочной толщи (справа).

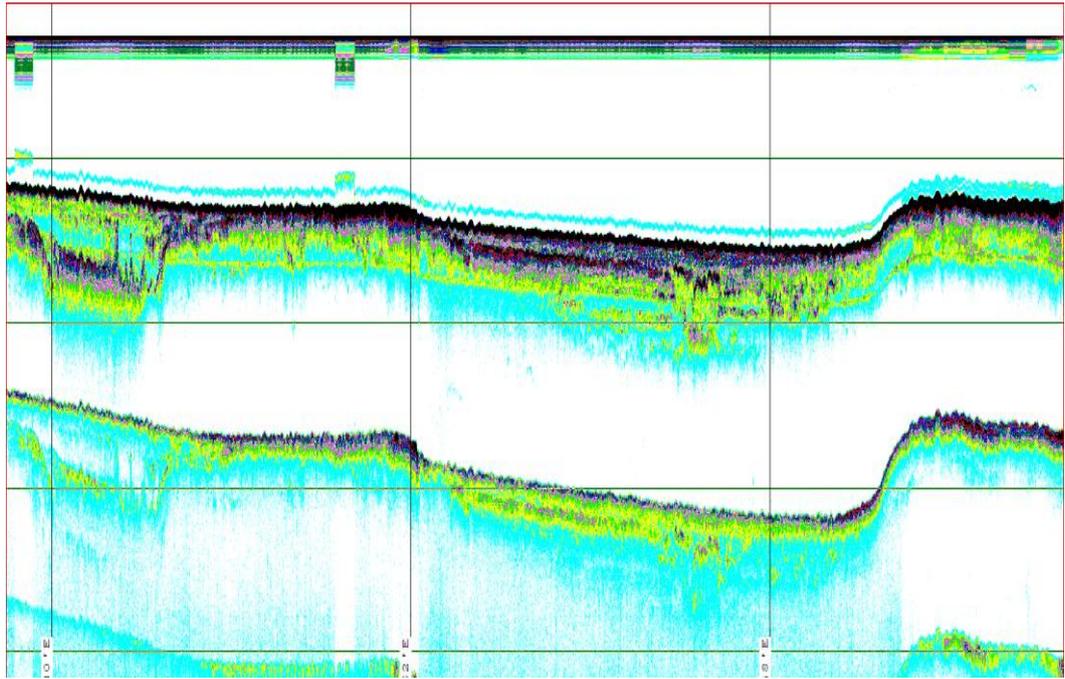


Рис. 6. Изображение разрезов осадочной толщи вкрест палеорусел древних рек на вдольбереговом галсе, полученное с помощью акустического профилографа.

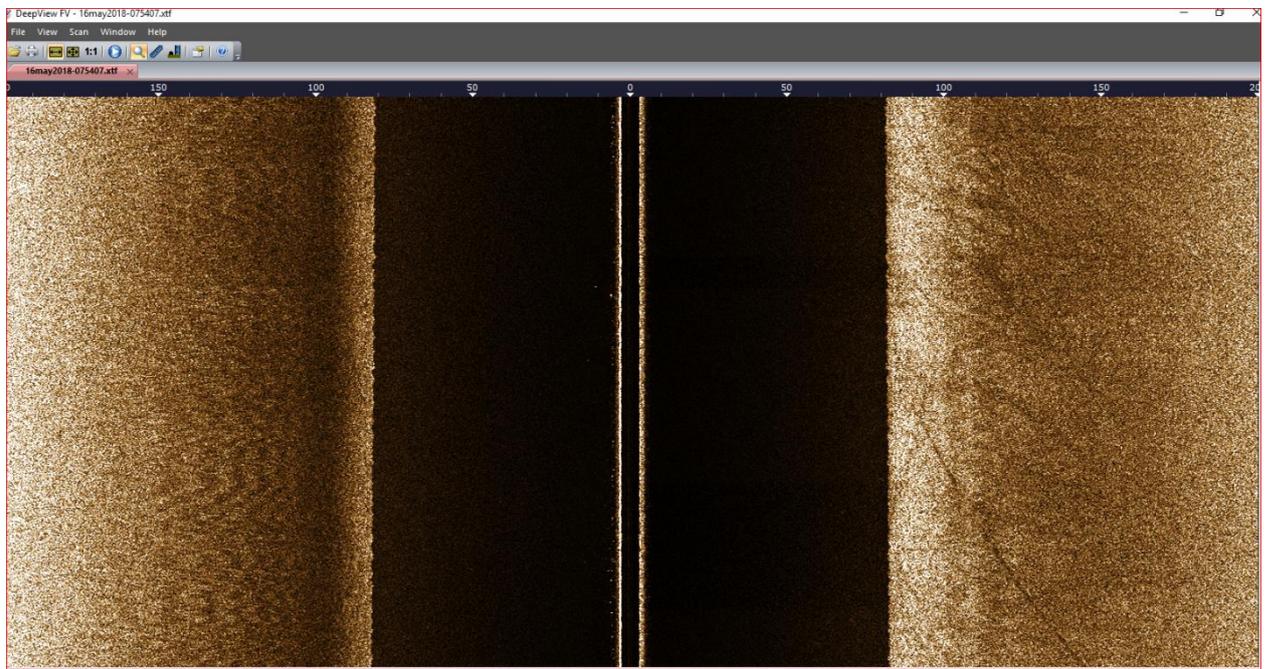


Рис. 7. Гидролокационное изображение следов волочения твердых частиц осадка на песчано-илистом дне, полученное с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт). Такие следы свидетельствуют о наличии придонного течения, переменного направления..

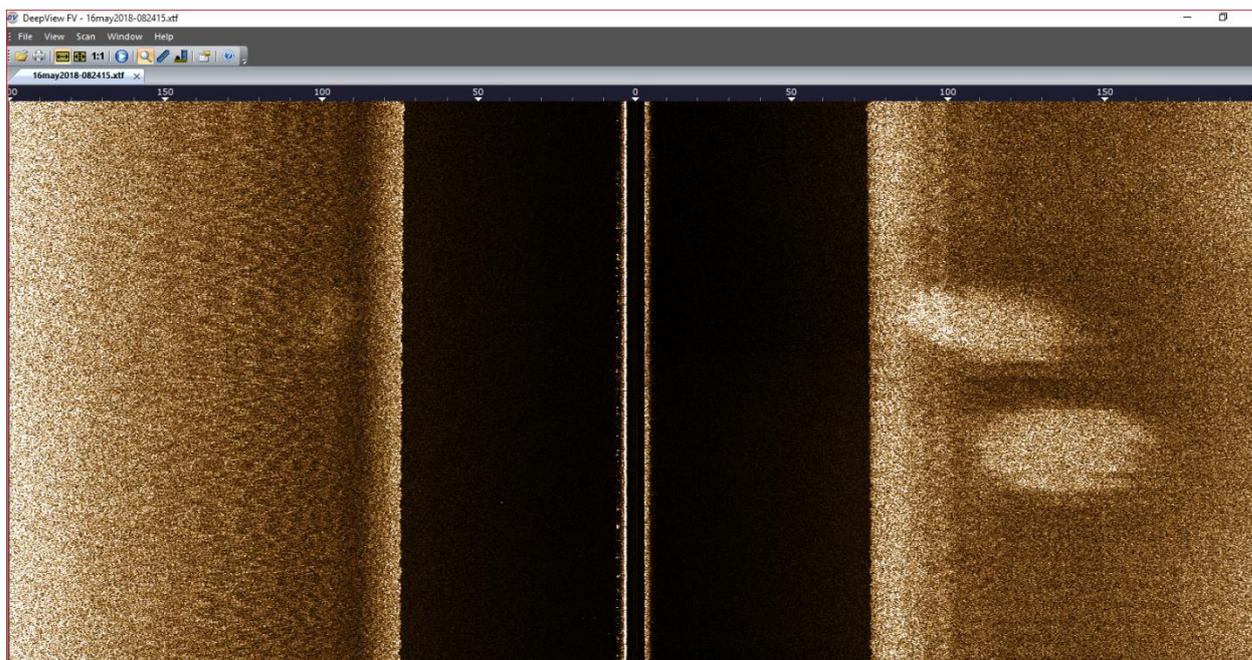


Рис. 8. Гидролокационное изображение скоплений ракуши (светлые пятна) , на фоне илистых осадков, полученное с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт). Скопления приурочены к выходам подстилающих более плотных пород..

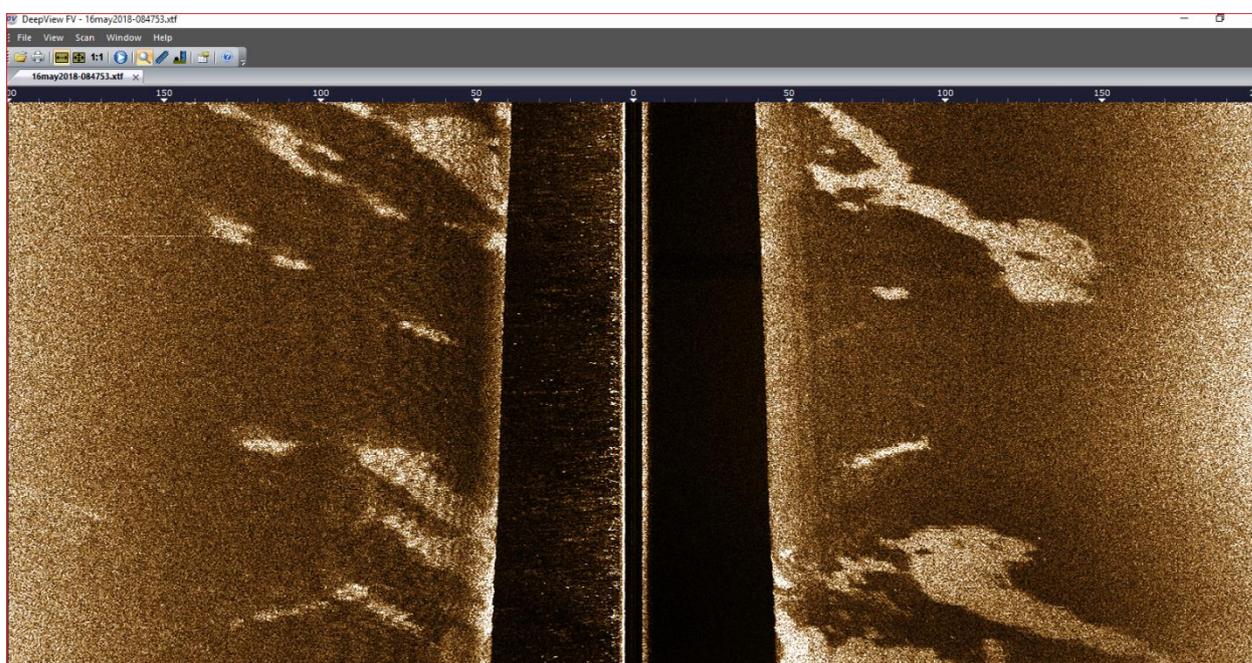


Рис. 9. Пример фациальной изменчивости донных осадков: гидролокационное изображение гравийно-песчаных полос и пятен на фоне песочно-илистого выровненного дна, полученное с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт) Похожие объекты фиксировались в районе Феодосия – Керчь в 2017г..

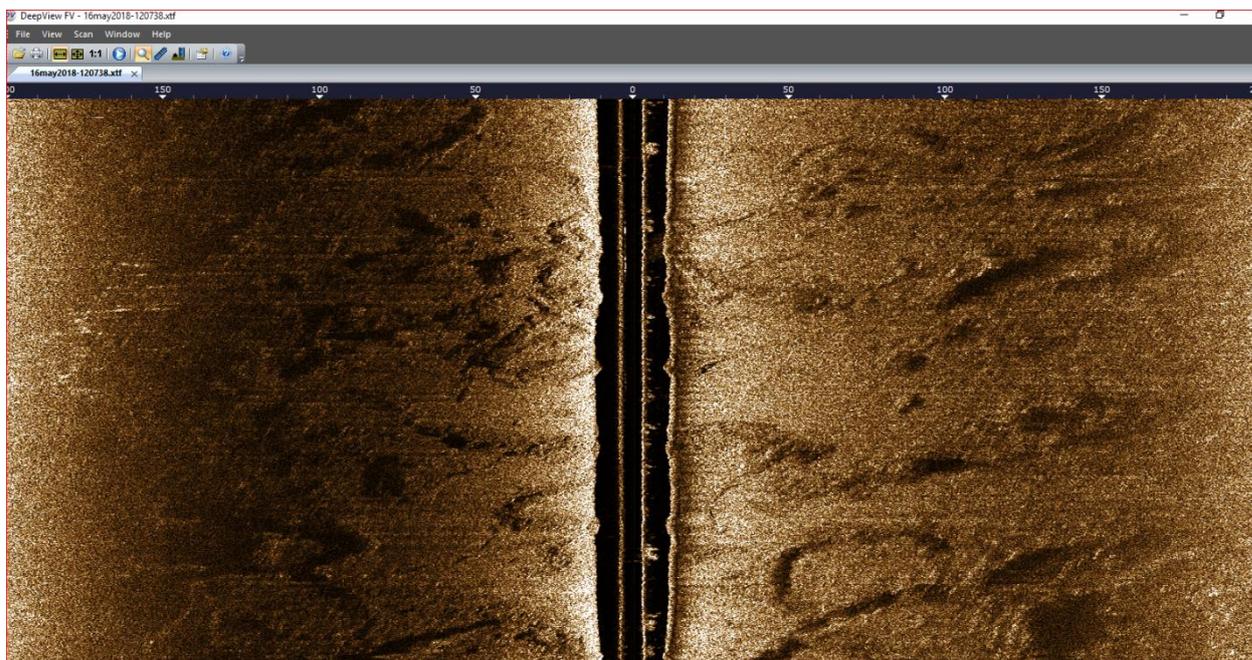


Рис. 10. Гидролокационное изображение выходов плотных, каменистых пород на мелководье, в зоне сильного волнового воздействия на поверхность дна. Изображение получено с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт).

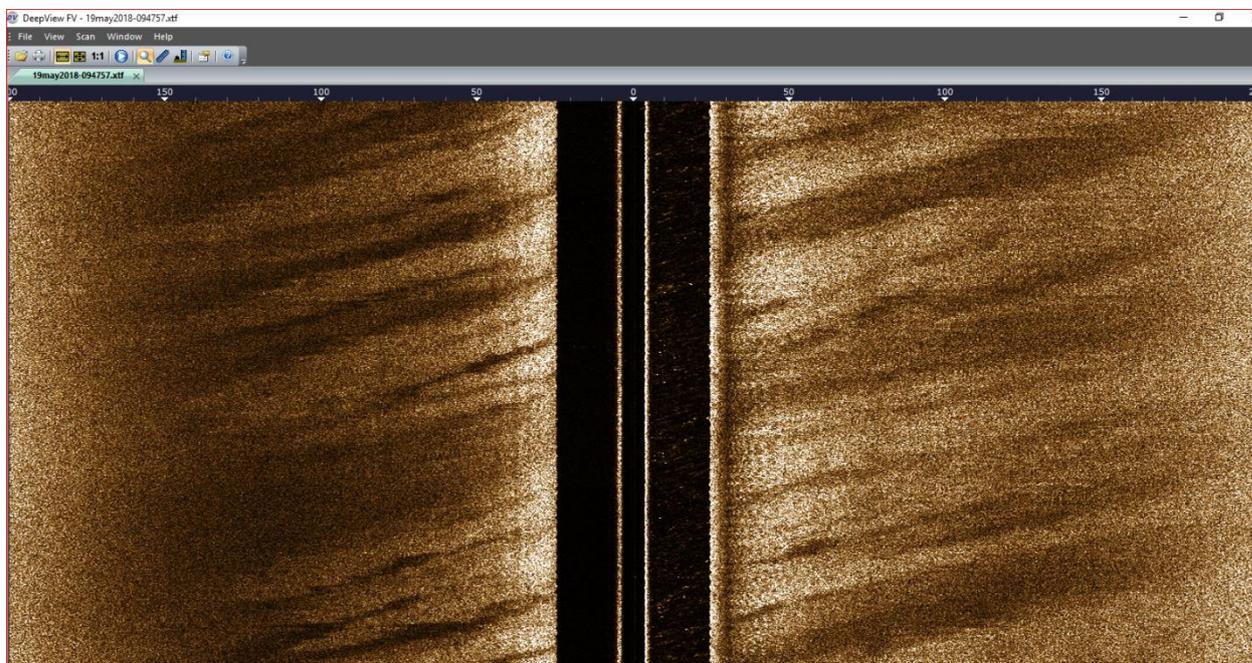


Рис. 11. Волны на песчано-илистом дне, образованные придонным течением. ГБО «Yellow Finn» , ширина полосы обзора 200м на каждый борт.

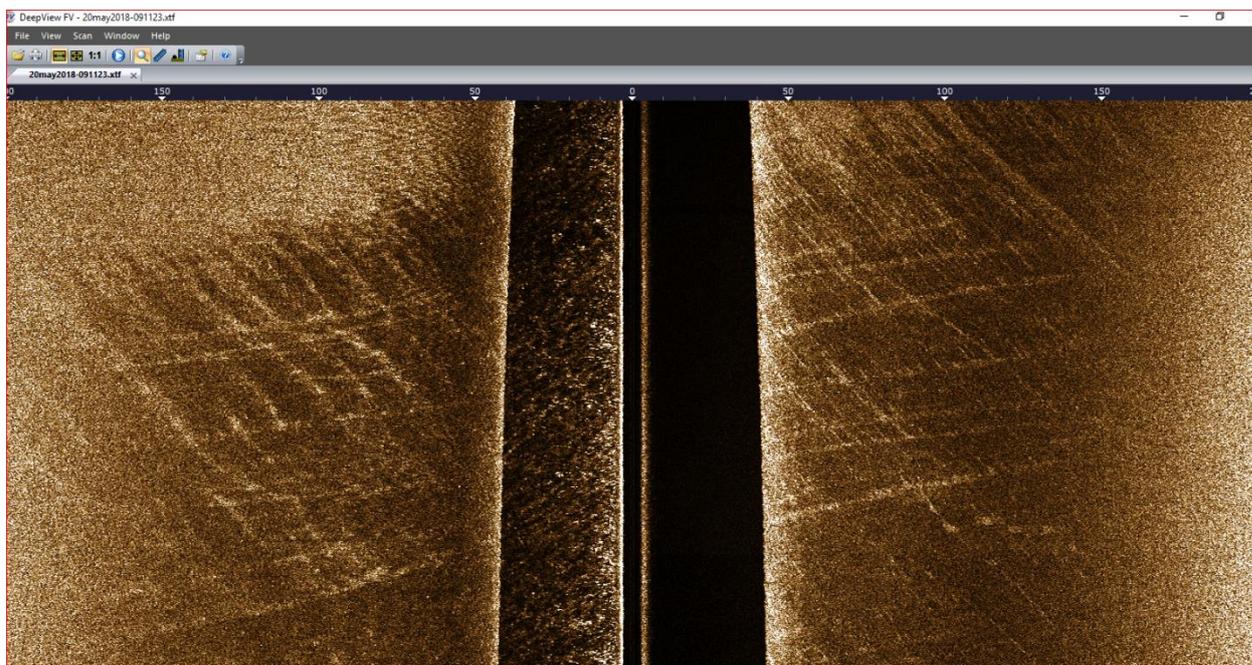


Рис. 12. Гидролокационное изображение участка дна в месте перехода от песчаного дна (светлый тон) к песчано-илистому (более темный тон), полученное с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт). Изображение демонстрирует присутствие внутренних волн на границе раздела водных масс с различными гидрологическими характеристиками.

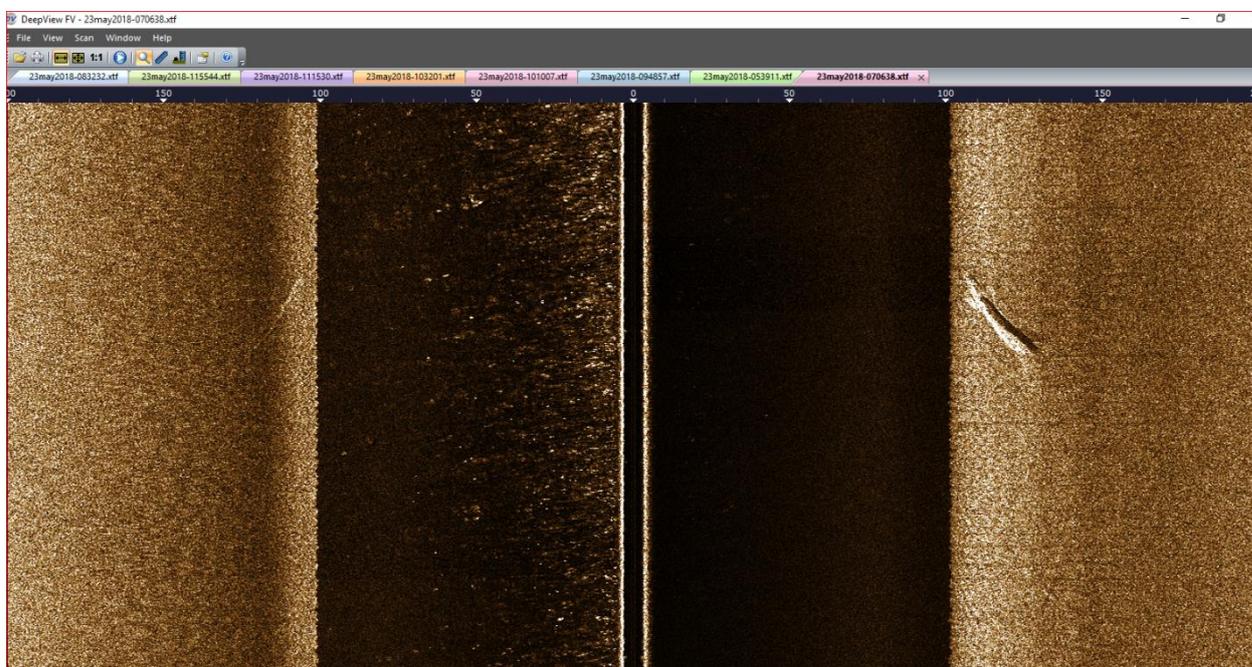


Рис. 13. Гидролокационное изображение техногенного объекта, по-видимому затонувшего плавсредства, полученное с помощью ГБО «Yellow Finn», (ширина полосы обзора 200м на каждый борт). .

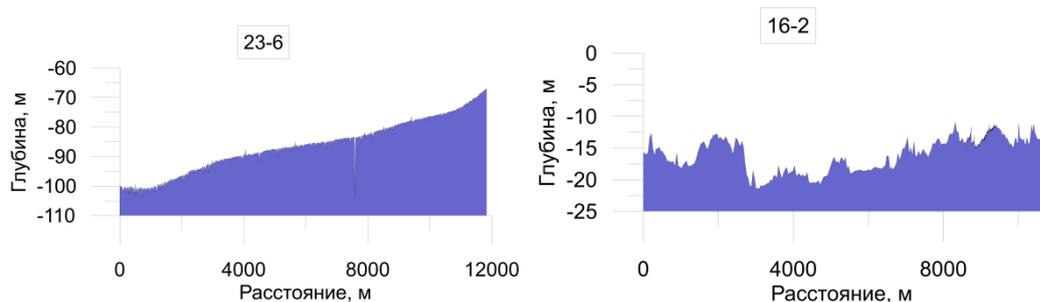


Рис. 14. Примеры профилей дна, полученных с помощью эхолотов: профиль, полученный на маршруте вкрест изобат в районе Балаклавы (слева), профиль, полученный на маршруте вдоль берега севернее Севастополя (справа).

Объём и качество, полученных данных позволит, при последующей обработке, построить геолого-литологические разрезы, геоморфологическую схему и схему донных грунтов района исследований, аналогичные выполненным по материалам 2017 г для восточного шельфа Крыма.

8. Сведения о состоянии научного и вспомогательного оборудования судна для выполнения задач экспедиции.

Судовая лебедка научного оборудования, судовой эхолот, навигационная и радио аппаратура, главный двигатель и вспомогательные механизмы судна работали удовлетворительно.

9. Заключение

Морские экспедиционные работы, проведенные в рамках прибрежно-морской научной экспедиции «Крым 2018», позволили получить большой объём новых данных, необходимых для изучения новейшей геологической истории полуострова Крым, и современных процессов переноса и накопления донных отложений. Особенно эффективным надо признать изменение аппаратной части акустического профилографа, которое позволило получить материалы более высокого качества, удобные для последующей обработки. Как и предыдущем году, следует отметить высокую экономическую эффективность работ, когда при небольших судовых затратах, используя, в основном, отечественное научное оборудование, за ограниченное время небольшой коллектив исследователей сумел получить большой объём современных данных, необходимых для развития геоморфолого-геологических представлений о строении и развитии шельфа полуострова Крым. Полученные данные и выводы, сделанные на их основе, могут представлять интерес не только для научных исследований, но и для

хозяйственной деятельности. Целесообразно продолжить проведение подобных исследований в южной и западной частях шельфа полуострова Крым в 2019 г.