

УДК 504.064:574(262.5)

**Севастопольское городское отделение
Русского Географического общества
Гидрографическая служба Черноморского флота**

«УТВЕРЖДАЮ»

**Председатель Севастопольского
городского отделения РГО**

Е.Н. Воскресенская

« » _____ 2016г.

ОТЧЕТ

**об экспедиционных исследованиях,
выполненных на ГС "ДОНУЗЛАВ"
в Черном море с 7 июня по 10 июня 2016 года**

2016

Севастополь

**СЕВАСТОПОЛЬСКОЕ ГОРОДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

РУКОВОДИТЕЛИ РАБОТ:

Е.Н. ВОСКРЕСЕНСКАЯ – председатель севастопольского отделения русского географического общества, доктор географических наук, профессор.

А.Б. ПОЛОНСКИЙ – доктор географических наук, профессор, член – корреспондент НАНУ

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Н.А. ГРЕКОВ – доктор технических наук, член русского географического общества, начальник экспедиции;

С.А. МАЗЛУМЯН – кандидат биологических наук, член русского географического общества, ученый секретарь экспедиции;

А.Н. ГРЕКОВ – кандидат технических наук, член русского географического общества, начальник экспедиции, начальник отряда;

В.В. МЕЛЬНИКОВ – кандидат биологических наук, член русского географического общества, начальник отряда;

Ю.Н. Мыкало - член русского географического общества, начальник гидрологической партии;

М.А. ПАСЫНКОВ – член русского географического общества, вед. инж. исследователь;

Е.А. ГРЕБНЕВА – член русского географического общества, вед. инж. исследователь.

СПИСОК АВТОРОВ

Руководитель
Океанографического центра
ИПТС д.г.н., профессор,
чл.-корр. НАНУ

А.Б. Полонский
(Глава 1, введение, заключение)

ведущий инженер
исследователь
Лаб. Биоокеанографии

Е.А.Гребнева
(Глава 1)

Зав. Лаб. биоокеанографии
канд. биол. наук,
ст. науч. сотр.

В.В. Мельников
(Глава 2)

вед. науч. сотр.
Лаб. биоокеанографии
канд. биол. наук,
ст. науч. сотр.

С.А. Мазлумян
(введение, Глава 2,
заключение)

Руководитель
Специального научного
конструкторского-
технологического бюро.
д.т.н.

Н.А. Греков,
(Глава 3)

Учёный секретарь
ИПТС РАН
канд. тех. Наук

А.Н. Греков
(Глава. 3)

ведущий инженер
исследователь, лаборатории
полигонных систем
мониторинга окружающей
среды.

М.А. Пасынков
(Глава. 3)

РЕФЕРАТ

Отчет о НИР: 56 с., 26 рис., 11 табл., 32 источника.

Объект исследования: гидрологические характеристики морской среды: гидростатическое давление, температура, солёность, плотность, кислотность в слое 0-125 м; скорость и направление течений в слое 0-50 м; горизонтальные неоднородности поверхностного слоя вод, выявленные с помощью спутниковых данных; гидрометеорологические характеристики региона; состояние экосистемы, оцененное по комплексу показателей, определённых для планктонных сообществ; испытание новых приборов.

Цель работы: изучить современное состояние акватории Черного моря, прилегающей к западному побережью Крыма по комплексу гидрофизических и экосистемных характеристик. Полученные результаты будут использованы для контроля региональных климатических изменений окружающей среды и в исследованиях многолетней изменчивости океанографических полей под влиянием климатических аномалий.

Методы исследования: отбор проб морской воды и макропланктона батометрами и планктонными сетями; отбор проб грунта дночерпателем и геологической трубкой на сетке станций с борта гидрографического судна «Донузлав»; анализ размерного состава макропланктона; качественный и количественный анализ проб воды и гидробионтов в лабораторных условиях; спутниковые наблюдения за хлорофиллом а, урвенной поверхностью воды, температурой поверхности и 2-м компонентам приводного ветра.

Комплексные исследования акватории, прилегающей к западной части Крымского п-ва включали измерение гидрохимических, гидробиологических и биофизических параметров окружающей среды, испытания новых приборов, сбор и последующий анализ данных различных зондов и измерителей (CTD, ИСТ-1, и ИСЗ-1). В настоящее время осуществляются обработка полученных данных и формирование обобщенных экспресс-оценок морской среды и фауны, проводится анализ сценариев развития экологической ситуации для целевого применения в различных системах управления качеством окружающей среды. Полученные результаты могут быть использованы для предотвращения негативных экологических ситуаций, при социально-экономическом планировании развития южного региона РФ.

Одновременный гидрохимический и гидробиологический контроль за состоянием различных звеньев экосистемы, внедрение современных методов контроля морской среды (при условии оперативного реагирования) будет способствовать

стабилизации экосистемы. Проведение обоснованных мероприятий с одновременным гидрохимическим и гидробиологическим контролем активизирует процессы восстановления прибрежных экосистемы РФ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОД	20
Глава.2. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
Глава 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРОВ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЙ НА ПОЛИГОНЕ ПРИБОРОМ ИСТ-1М.	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	55

ВВЕДЕНИЕ

Исследования акватории у западного побережья Крыма выполнялась в сотрудничестве Севастопольского городского отделения Русского Географического общества и Гидрографической службы Черноморского флота РФ. Программа экспедиционных работ соответствовала основной тематике фундаментальных и прикладных исследований Российской Академии Наук (РАН) по морской тематике. Научные материалы, полученные в 64-м рейсе ГС «Донузлав», представляют собой новый информационный кластер, характеризующий океанографические условия и экосистему Черного моря, полученный в режиме реального времени.

Прибрежная зона Крымского полуострова играет исключительно важную роль в различных сферах экономики, здравоохранения и туризма, при использовании и сохранении биологических и экологических ресурсов Российской Федерации. Уже на первых этапах изучения Черного моря рядом исследователей отмечалось большее видовое обилие флоры и фауны прибрежной зоны Крыма (Зернов 1902, 1903; Киселевич, 1922). Это связано с географическим положением полуострова, простирающегося в южном направлении почти до середины моря, различием абиотических, биоценологических факторов, шириной шельфа, антропогенной нагрузкой и т.д. При сравнительно небольшой протяженности полуострова с севера на юг (около 180 км) прослеживаются существенные различия гидрологических характеристик отдельных участков его прибрежной зоны. У северо-западных берегов Крыма зимой вода замерзает, а летом прогревается до 27°C. Соленость воды в Каркинитском заливе на поверхности в отдельные периоды уменьшается до 1,6 ‰. В тоже время у Южного берега Крыма типичные межсезонные изменения температуры не превышают 20°C (от 7°C зимой до 26°C летом), колебания солености незначительны и ее средние значения находятся в пределах 18‰ (Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, 1991).

В.А. Водяницким (1949) на основании глубокого анализа физико-географических, гидрологических, биологических и промысловых характеристик черноморской прибрежной зоны Крыма было выделено пять естественных районов: Каркинитский залив, Евпаторийско – Севастопольский район, Южный берег, Феодосийский район и Керченский пролив. В период, охватывающий вторую половину XX и начало XXI века, каждый из этих районов в различной степени подвергся воздействию тех или иных факторов антропогенного воздействия, что определило современное состояние их экосистем. Проводившиеся РГО исследования были районированы в акватории Каламитского залива, т.е. между мысами Тарханкут и Херсонес, выделенной В.А.

Водяницким в «Севастопольско – Евпаторийский район» и охарактеризованный, как «широкий мелководный пояс. Колебания уровня солёности (*в пределах его акватории*)-незначительны. Мелководная прибрежная полоса занята по преимуществу песчанно – ракушечным грунтом, местами с устрицами и мидиями, а глубже илом с мидиями. Вся остальная большая часть континентального плато занята илом с преобладанием моллюска фазеолины. В рыболовстве резко преобладают весенние и осенние сроки, связанные с сезонными миграциями рыб.» (Водяницкий, 1949).

Экологическая система Чёрного моря оставалась относительно стабильной до второй половины двадцатого столетия. Значительное антропогенное влияние на прибрежные морские экосистемы, особенно находящиеся в хозяйственных зонах, подобно исследуемой акватории, началось с 60-х годов. Здесь были отмечены негативные изменения, характеризовавшиеся, в первую очередь, уменьшением биоразнообразия флоры и фауны, структурно-функциональных характеристик исторически сложившихся морских экосистем (Ковалёв и др. 1996; Болтачёва и др., 2003; Загородняя, Морякова, 2011).

Экосистема пришла в состояние, при котором она значительно утратила "запас прочности", становясь чувствительной к внешним воздействиям, таким как изменение климата и различным видам антропогенных возмущений. Признаком существенного ухудшения экосистемы стало обеднение состава уловов промысловых видов рыб в 1970-80 гг. В 1970-х годах экологическая «болезнь» моря стала очевидной (Ковалев, 2003). Увеличивается процент новых видов – вселенцев в наличие в составе планктонного сообщества двух видов гребневиков – мнемнопсиса и берое, представляющих определенную опасность для сохранения устойчивости экосистемы (Финенко и др., 2011). Накоплены многолетние ряды данных наблюдений об обеднении планктона в эпипелагиали за счёт выедания мезопланктона медузой аурелией. Сезонные исследования динамики биомассы и морфо-физиологических параметров популяции аурелии позволили установить, что в мае-июне этот вид на шельфе может выесть до 20-90% продукции мезозoopланктона (Аннинский, и др., 2011). В северо-западной части Чёрного моря показатели плотности и биомассы зоопланктона к концу XX века снизились на порядок (Загородняя, Морякова, 2011). Причины, вызывающие «сдвиги» в экосистеме, вызывают необходимость постоянных исследований всех её звеньев, с целью установления нарушений на множестве абиотических и биотических переменных (Mazlumyan, 2011).

Прослеживание многолетних возмущений в региональной климатической структуре (Воскресенская, Стефанович, 2016) и ответной реакции биологической структуры планктонного сообщества в северо-восточной части Чёрного моря, послужат основой для

разработки мероприятий и рекомендаций по сохранению и воспроизводству ресурсов шельфа стратегически значимой акватории РФ. Апробация и интеркалибрация новых методов изучения гидрохимии морской среды, испытание новых аппаратурных комплексов с борта ГС «Донузлав» (таких как ИСТ-1 и ИСЗ-1, созданных в ИПТС), существенным образом расширит возможности океанографических исследований, проводимых в экспедиционных условиях. Систематизация полученных данных позволит получить обоснованные оценки тенденций в изменении климата, биологического разнообразия и мелиоративного потенциала экосистемы северо-восточной части Чёрного моря.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью работ в 64-м рейсе ГС «ДОНУЗЛАВ» является выполнение комплексных океанографических исследований экологического состояния акватории у западного побережья Крыма. Исследования проводились в период с 7 по 10 июня 2016 г. Севастопольским городским отделением РГО и Гидрографической службой Черноморского флота РФ (рис. 1).

В соответствии с утверждённой программой экспедиционных исследований, в 64 рейсе ГС "ДОНУЗЛАВ" изучались гидрологические характеристики среды: температура, солёность, плотность, показатели кислотности поверхностного слоя вод на горизонтах 0-5-10-25-50-75-100-125 м; вертикальная структура гидрологических характеристик с разрешением 1 м при помощи STD-зонда; скорость и направление течений на стандартных горизонтах с использованием измерительного комплекса «ИСТ-1М». На полигоне изучены горизонтальные неоднородности поверхностного слоя вод с помощью спутниковых данных, проведены гидрометеорологические исследования и осуществлены испытания новых приборов. Состояние экосистемы оценивали по комплексу показателей, определённых для планктонных сообществ.

ЗАДАЧИ совместного рейса **СО РГО** и **ГС ЧФ** были определены, исходя из долгосрочной программы фундаментальных исследований РАН, которая заключается в следующем:

1. Исследование закономерностей формирования и изменчивости, океанографических полей.

2. Разработка методов и средств диагноза и прогноза региональных климатических изменений окружающей среды с высоким пространственным разрешением для стратегически важных регионов РФ.
3. Выявление закономерностей многолетней изменчивости параметров окружающей среды под влиянием климатических аномалий с целью последующего использования результатов для решения региональных прикладных задач.
4. Развитие и методическая оптимизация GIS систем для оперативного мониторинга параметров прибрежных океанографических полей.

МЕТОДЫ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ РАБОТ

Исследования на ходу судна включали: построение батиметрической карты маршрута рейса со спутниковой привязкой координат, гидрологические, гидрофизические и гидробиологические исследования. Заборные работы выполнялись по стандартным методиками: измерения гидрофизических характеристик осуществлялись с помощью STD-зонда, зонда ИСЗ-1 и измерителя ИСТ-1М. Пробы морской воды отбирались на стандартных горизонтах с использованием батометров БМ-48. Отбор проб зоопланктона производился с помощью сети Хензена. Все полученные пробы обрабатывались в сертифицированных лабораториях ГС «ДОНУЗЛАВ».

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

1. Эхолот (судовой).
2. STD зонд (*ОЛД-1*)
3. Батометры 1 л
4. Планктонная сеть Хензена (*Hydro-Bios Apparatebau*)
5. Судовые подъемные краны.
6. Судовые лебедки и П-рама.
7. Научная лаборатория.
8. Прибор *ИСЗ - 1*. /в испытательном режиме/
9. Геологическая трубка
10. Дночерпатель Петерсена
11. рН-метр-милливольтметр: *pH-410*
12. Прибор *ИСТ-1М*
13. GPS-трекер, «*Garmin*».

РАЙОН РАБОТ

Район работ определяется задачами комплексных исследований акватории у западного побережья Крымского полуострова. Работы выполнены на 42 станциях 4-х репрезентативных разрезов (рис. 1). Координаты станций, виды заборных работ и переходы приведены в табл.1.

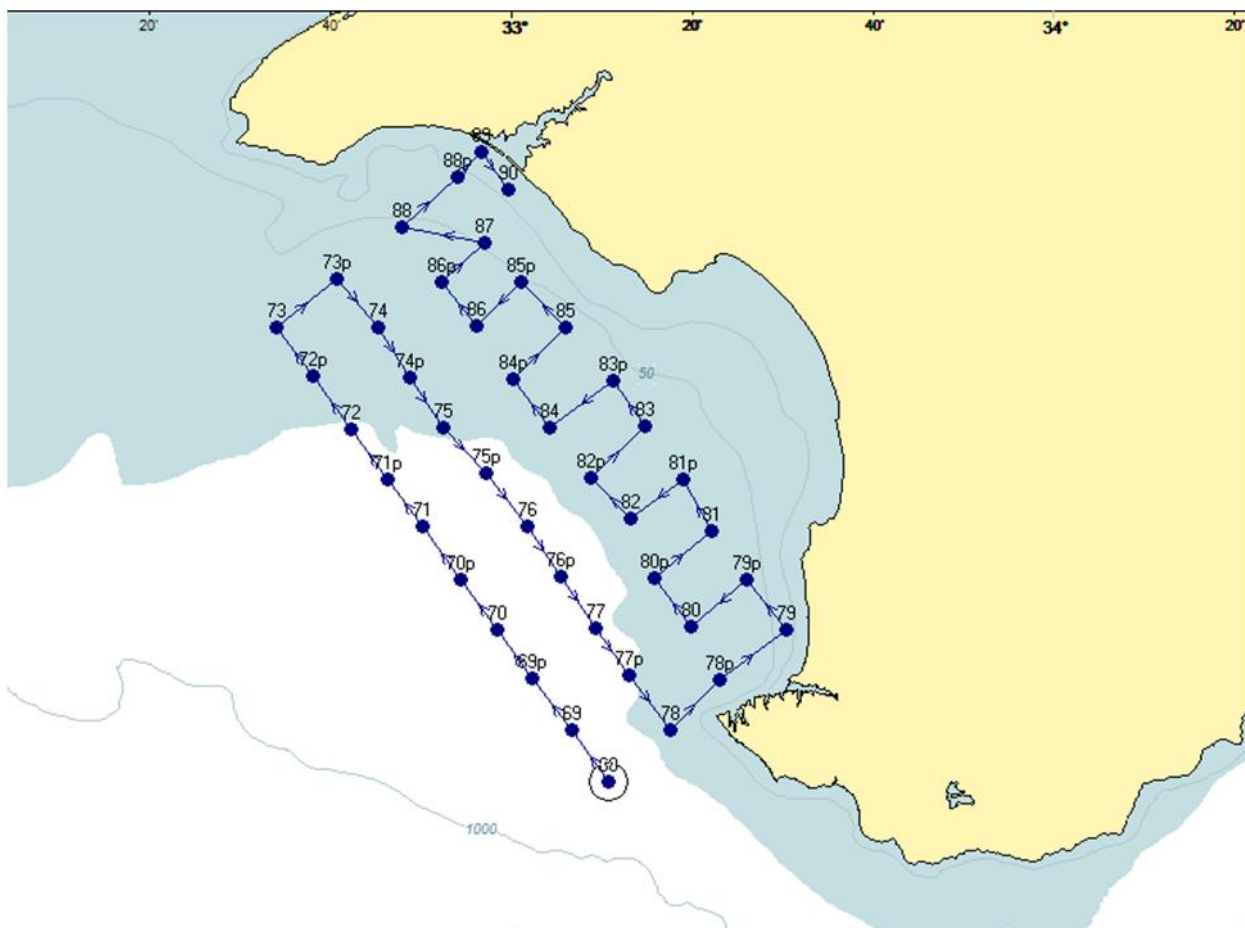


Рис.1 Район исследований и схема станций 64-й рейса ГС «ДОНУЗЛАВ».

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИГОНА ИССЛЕДОВАНИЙ. ГИДРОМЕТЕОУСЛОВИЯ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ.

Район исследований охватывает Каламитский залив и часть прилегающей к нему акватории моря. Шельфа в районе работ характеризуется небольшой шириной (рис.1). Климат западного побережья Крыма континентален с равномерным увлажнением на протяжении круглого года и жарким летом (Kottek et al., 2006; Peel, 2007). Климатические условия данного района для июня характеризуются следующими параметрами: количество атмосферных осадков - 20-40 мм., средняя скорость ветра - ≥ 5 м/с.,

температура воздуха - около 19 °С (Океанографічний Атлас Чорного та Азовського морів, 2009; см. рис.2).

В период с 8 по 10.06.2016 зарегистрированные средние температуры воздуха (около 17° С) и поверхности моря (19.4°С), соответствовали климатической норме. Разность температур воды и воздуха составляла 2.4 °С. Максимальная скорость ветра в первый день составляла 13 м/с., во второй день - 9.6 м/с, в третий день - 4.4 м/с. Таким образом, при проведении экспедиционных работ в первые двое суток скорость ветра превышала среднюю скорость ветра для данного района в июне. Остальные климатические условия были типичные для данного района. Такие гидрометеорологические условия были обусловлены прохождением через район работ холодного фронта непосредственно перед началом экспедиции (рис. 3), что сопровождалось резким усилением ветра.

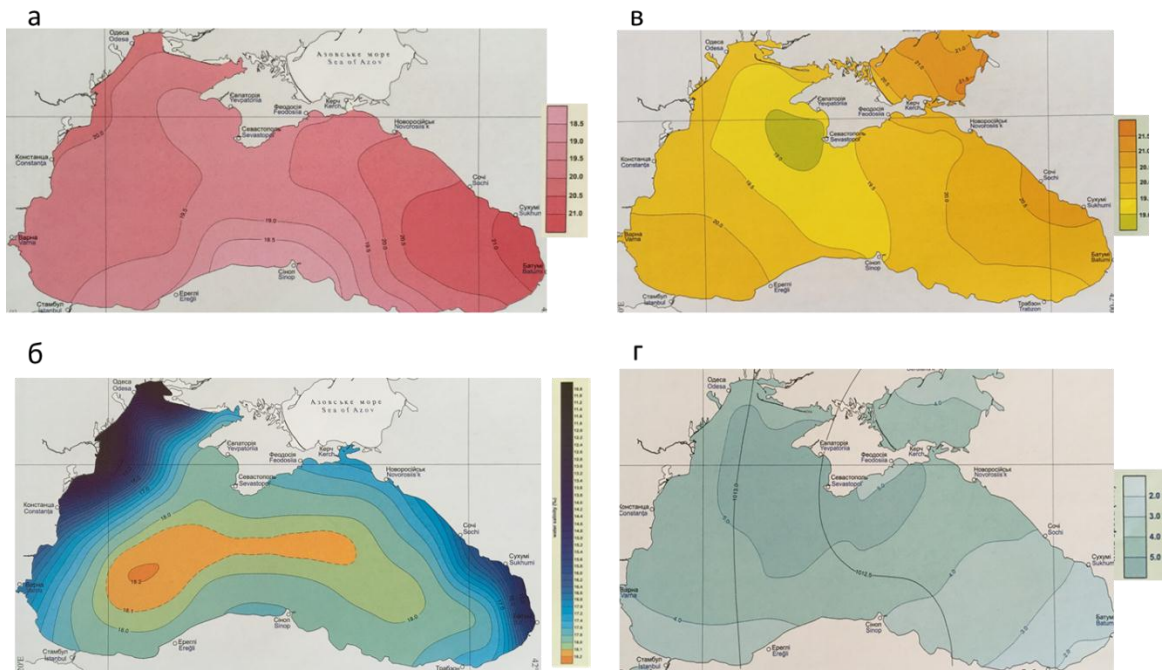


Рис 2. Климатические характеристики акватории Черного моря. Температура поверхности - (а), соленость - (б), температура воздуха -(в), скорость ветра - (г) в июне (Океанографічний Атлас Чорного та Азовського морів, 2009).

Подборка спутниковых данных для исследуемого района Каламитского залива за период с 8 по 10.06. 2016 подтверждает результаты стандартных гидрометеорологических наблюдений. Как гидрометеорологические, так и спутниковые данные указывают на преобладание на полигоне ветров северо-восточных и северных румбов. Такое поле ветра сформировалось после прохождения атмосферного фронта. В результате в южной части полигона в период исследований начала образовываться область пониженных значений

температуры поверхностной воды, обусловленная прибрежным апвеллингом, которая приобрела значительные размеры в период с 7 по 9.06.2016 г. (рис. 4 и 5). Область апвеллинга отчетливо прослеживается по данным гидрологических наблюдений (см. Главу 1) и по распределению макропланктона (см. Главу 2).

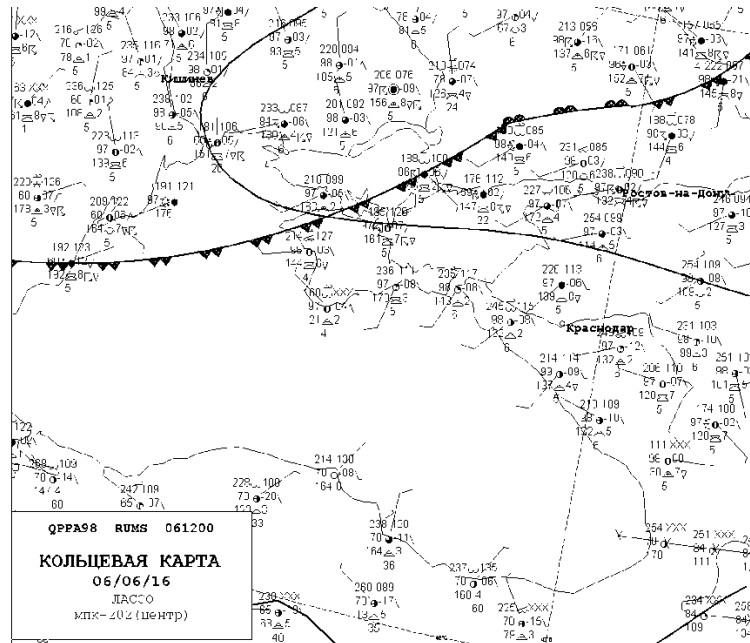


Рис. 3. Кольцевая карта, характеризующая гидрометеорологические условия в Черноморском регионе перед началом работ на полигоне (06 июня 2016 г. в 12-00 по Гринвичу).

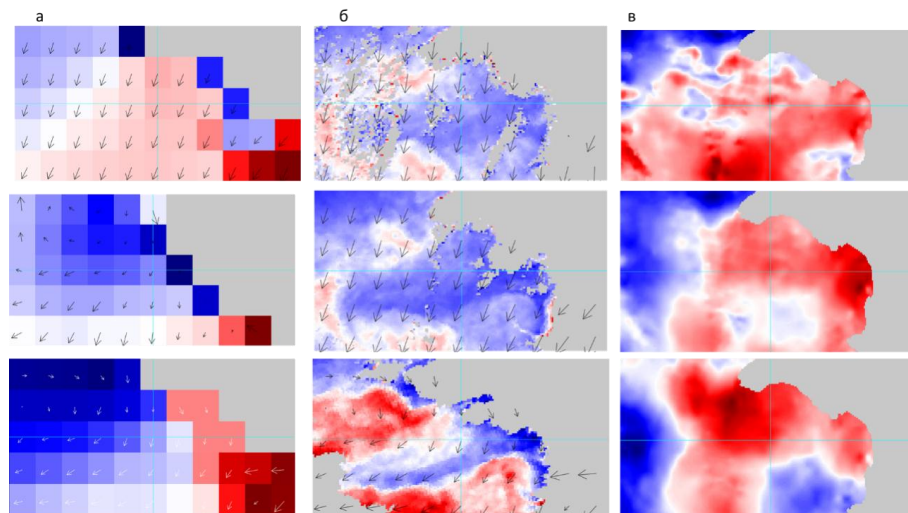
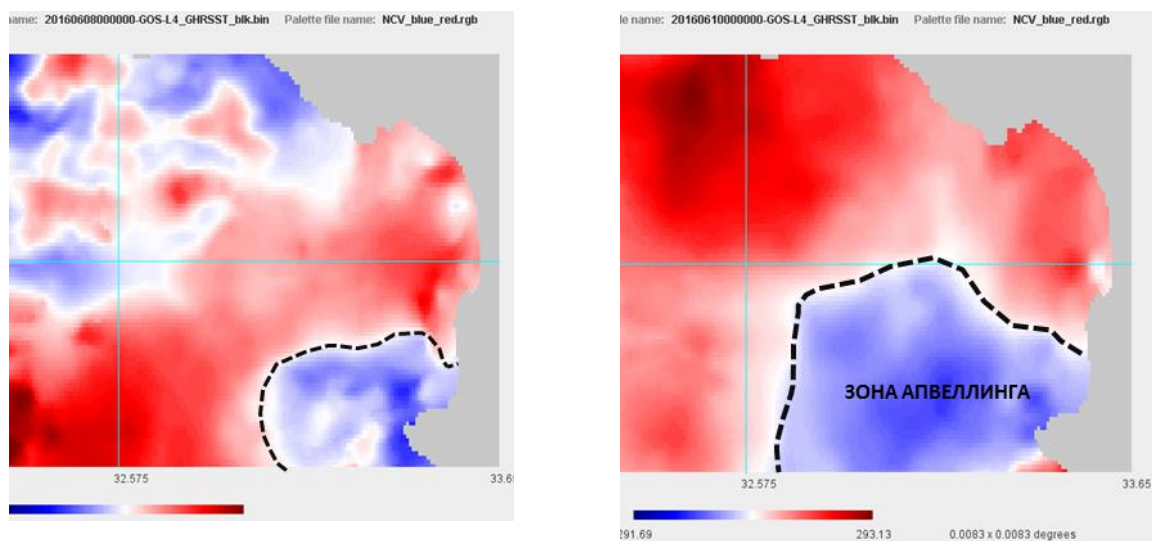


Рис. 4. Спутниковые данные за период 08.06-10.06. 2016г., относящиеся к району работ. Поле ветра - (а) Данные предоставлены: Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) <http://podaac.jpl.nasa.gov/>, Индекс хлорофилла-а (б) и ТПО (в). Данные предоставлены: European Copernicus Marine Environment Monitoring Service. Верхний ряд рисунков относится к 08.06.2016, средний – к 09.06, нижний – к 10.06.2016.



А. 07. 06, 2016

Б. 09. 06, 2016

Рис. 5 Распределение поверхностной температуры по спутниковым данным с нанесенной апвеллинговой зоной.

Высота значительных волн на акватории, прилегающей к полигону, составляли 2-2,5 м. Причем преобладали волны, распространяющиеся с северных румбов на юг (рис. 6). Достаточно продолжительные и интенсивные сгонные ветра способны уносить «облака» фитопланктона в открытое море, что отчетливо проявляется на рис. 7 и 8.

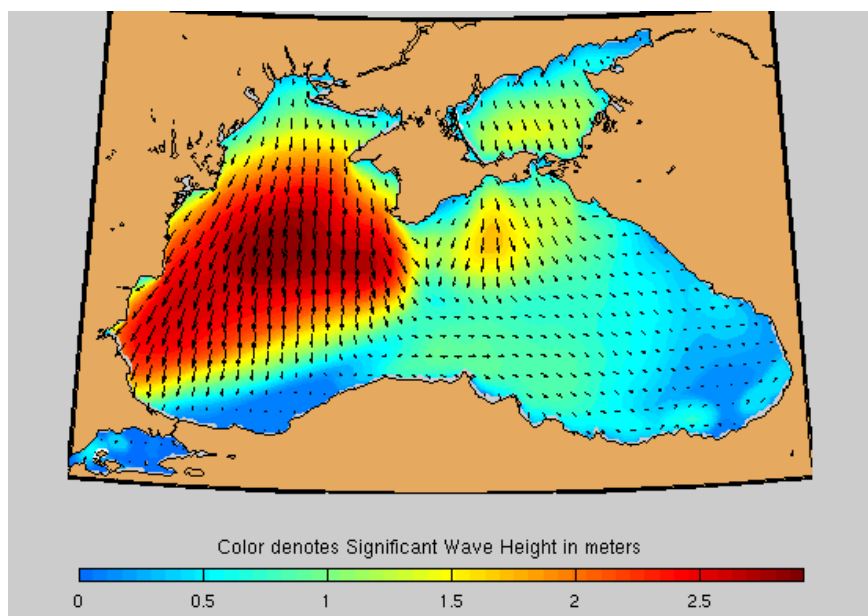


Рис. 6 Карта значимых значений высоты волн в период исследований (<http://poseidon.hcmr.gr/>)

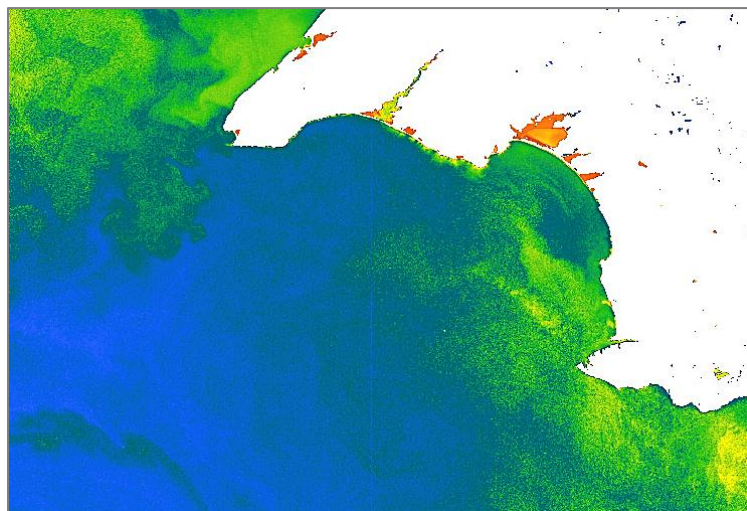


Рис. 7. Распределение хлорофилла-а (mg m^{-3}) в исследуемом районе 08.06.2016 (http://www.coastcolour.org/site03_mediterranean_blacksea/MER_FRS_1PNMAP20050405_082012_000003012036_00107_16193_0001_c2r_chl_conc.jpg)

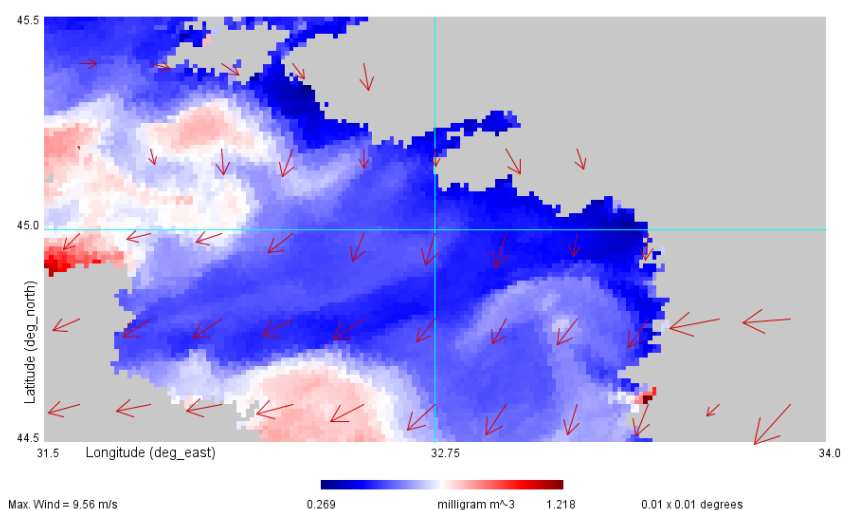


Рис. 8 Распределение хлорофилла а по данным дистанционного спутникового зондирования (09.06.2016): красным цветом ÷ концентрации хлорофилла а (mg m^{-3}), стрелками показано направление ветра

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица 1. Гидробиологические работы и гидрохимические работы

№	№ станции	Глубина (м)	Координаты		дата	время	орудие	Виды работ
			N	E				
1 разрез								
1	68	127.1	44.29.93	33.10.81	08-06-2016	10:30:05	Сеть Хензена ИСТ-1М СТД	планктон рН микробиология Измерение скорости и направления

								течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
2	69	124.4	44.34.00	33.06.60	08-06-2016	12:25:05	Сеть Хензена ИСТ-1М ИСЗ -1 STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
3	69п	128	44.34.13	33.06.23	08-06-2016	13:10:00		рН, 0-слой
4	70	130.7	44.42.00	32.58.40	08-06-2016	14:10:03	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
5	70п	132	44.46.04	32.54.40				рН, 0-слой
6	71	121.7	44.50.10	32.50.40	08-06-2016	16:55:02	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН микробиолог ия Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
7	71п	113	44.54.0	32.46.3		17:03		рН, 0-слой
8	72	102	44.58.00	32.42.20	08-06-2016	18:10:02	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
9	72п	83.5	44.58.00	32.42.2		18:55		рН, 0-слой
10	73	75.5	45.06.00	32.34.00	08-06-2016	19:32:00	Сеть Хензена ИСТ-1 STD	планктон рН микробиолог ия Измерение скорости и направления

								течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
2 разрез								
11	73П	78	45.09.85	32.40.6				pH, 0-слой
12	74	81	45.06.00	32.45.15	08-06-2016	21:30:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон pH Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
13	74П	92	45.02.00	32.48.2				pH, 0-слой
14	75	99	44.58.30	32.52.40	08-06-2016	23:30:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон pH микробиолог ия Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
15	75 П	105	44.58.32	32.52.4		24:30:00		pH, 0-слой
16	76	110	44.50.20	33.01.7	09-06-2016	01:30:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон pH Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
17	76П	110	44.50.20	33.05.2				pH, 0-слой
18	77	106	44.42.10	33.09.30	09-06-2016	07:50:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон pH микробиолог ия Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
19	77П	101	44.38.2	33.13.2		08:50:00		pH, 0-слой
20	78	94	44.34.00	33.17.50	09-06-2016	09:05:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон pH микробиолог ия Измерение

								скорости и направления течений, t°C Скорость Звук Плотность Соленость
3и 4 разрезы								
21	78П	80	44.38.00	33.23.5				рН, 0-слой
22	79	45	44.42.00	33.30.4	09-06-2016	11:20:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН микробиология Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звук Плотность Соленость
23	79П	70	44.46.00	33.26.3		12:00:00		рН, 0-слой
24	80	87.9	44.42.20	33.19.8	09-06-2016	12:58:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звук Плотность Соленость
25	80П	95	44.46.10	33.15.9		12:45:00		рН, 0-слой
26	81	77	44.49.80	33.22.1	09-06-2016	15:00:00	Сеть Джели ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звук Плотность Соленость
27	81П	85	44.52.50	33.19.6				рН, 0-слой
28	82	93	44.50.80	33.13.10	09-06-2016	16:20:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звук Плотность Соленость
29	82П	87	44.55.30	33.10.1		17:26:00		рН, 0-слой
30	83	75	44.58.15	33.14.7	09-06-2016	18:05:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и

								направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
31	83П	71	45.01.8	33.11.2		19:00:00		рН, 0-слой
32	84	91	44.58.10	33.04.20	09-06-2016	19:45:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C ИСТ-1
33	84П	88	45.01.9	33.00.2	10-06	07:45:00		рН, 0-слой
34	85	62	45.06.00	33.06.00	10-06-2016	08:00:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН микробиология Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
35	85П	47.1	45.06.9	33.06.8				рН, 0-слой
36	86	83	45.06.20	32.56.15	10-06-2016	10:00:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН микробиология Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
37	87П	69	45.09.7	32.52.2		11:00:00		рН, 0-слой
38	87	44	45.12.80	32.56.97	10-06-2016	11:30:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН микробиология Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость Звука Плотность Соленость
39	88	55	45.14.00	32.47.80	10-06-2016	12:45:00	Сеть Хензена ИСТ-1М STD	планктон рН Измерение скорости и направления течений, t°C Скорость

								Звука Плотность Соленость
40	88П	24	45.18.00	32.54.9		13:45:00		рН, 0-слой
41	89	17	45.20.00	32.56.6		14:45:00	Геол.трубка дночерпате ль	Бентос Грунт: песок, битая ракуша
42	90	13	45.17.00	32.59.7		15:45:00	Геол.трубка дночерпате ль	Бентос Грунт: песок, битая ракуша

Таблица 2.Общий объём работ, выполненных 64-м рейсе ГС «Донузлав»

Виды работ	Выполнено станций	Количество проб
Комплексные станции	42	
Макрозоопланктон	21	21
Гидрохимия рН, 0-слой	42	42
Гидрохимия по горизонтам	21	21
ИСТ-1м	42	
Итого	168	86

Глава 1. ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОД

В настоящей главе приводятся предварительные результаты гидролого-гидрохимических исследований, выполненных в ходе 64-го рейса ГС «Донузлав». В течение экспедиции выполнено 42 станции, общий объем материала представлен в (Табл.1.1.). В настоящее время основной материал находится в процессе обработки.

Таблица.1.1. Объем собранного материала:
Значения РН в акватории полигона исследований

№	N Ст.	Координаты		Дата	Время, (час)	Глубина, м.	Слой, м.	Данные	
		широта	долгота					Т Воды, оС	Значение рН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	08.06.16	10:30:05	127	0	19.21	8.37
							5	19.20	8.44
							10	13.12	8.43
							25	9.84	8.35
							50	8.59	8.23
							75	8.48	8.2
							100	8.64	8.04
							125	-	7.79
2	69	44.34.00	33.06.60	08.06.16	12:25:05	125	0	18.9	8.42
							5	18.89	8.45
							10	18.78	8.43
							25	9.98	8.35
							50	8.59	8.31
							75	8.46	8.13
							100	8.65	7.87
							125	8.60	7.78
3	69п	44.34.13	33.06.23	08.06.16	13:10:00	128	0	19.7	8.34
4	70	44.42.00	32.58.40	08.06.16	14:10:03	130	0	18.7	8.38
							5	18.5	8.39
							10	11.84	8.37
							25	9.37	8.33
							50	8.5	8.25
							75	8.57	8.16
							100	8.67	7.97
							125	8.55	7.78
5	70п	44.46.04	32.54.40	08.06.16	-	132	0	20.00	8.35
6	71	44.50.10	32.50.40	08.06.16	16:55:02	126	0	19.92	8.3
							5	19.85	8.39
							10	19.53	8.34
							25	11.34	8.31
							50	9.09	8.26
							75	8.68	8.09
							100	8.66	7.81

							125	8.6	7.91
7	71П	44.54.00	32.46.30	08.06.16	17:03:00	113	0	20.6	8.38
8	72	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:10:02	102	0	20.1	8.37
							5	20.03	8.43
							10	19.79	8.44
							25	11.87	8.38
							50	9.11	8.31
							75	8.67	8.17
							100	8.4	7.89
9	72П	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:55:00	83.5	0	20.3	8.36
10	73	45.06.00	32.34.00	08.06.16	19:32:00	75.5	0	19.78	8.35
							5	19.77	8.43
							10	19.37	8.43
							25	11.5	8.37
							50	9.1	8.29
							75	8.66	8.14
11	73П	45.09.85	32.40.60	08.06.16	-	78	0	20.3	8.33
12	74	45.06.00	32.45.15	08.06.16	21:30:00	81	0	19.38	8.46
							5	19.38	8.39
							10	19.34	8.9
							25	10.85	8.61
							50	8.82	8.81
							75	8.54	8.2
							80	8.5	8.18
13	74П	45.02.00	32.48.20	08.06.16	23:00:00	92	0	20.2	8.36
14	75	44.58.30	32.52.40	08.06.16	23:30:00	102	0	19.68	8.38
							5	19.69	8.4
							10	19.56	8.39
							25	11.75	8.36
							50	9.27	8.32
							75	8.64	8.24
							100	8.5	8.1
15	75П	44.58.32	32.52.40	09.06.16	24:30:00	105	0	21.0	8.36
16	76	44.50.20	33.01.70	09.06.16	01:30:00	110	0	18.81	8.4
							5	18.81	8.42
							10	14.55	8.42
							25	9.81	8.34
							50	8.68	8.29
							75	8.53	8.24
							100	8.66	7.95
17	76П	44.50.20	33.05.20	09.06.16	02:40:00	110	0	19.0	8.35
18	77	44.42.10	33.09.30	09.06.16	07:50:00	106	0	19.01	8.39
							5	18.1	8.4
							10	16.70	8.38
							25	10.0	8.31
							50	8.43	8.23
							75	8.51	8.17
							100	8.5	7.92
19	77П	44.38.20	33.13.20	09.06.16	08:50:00	94	0	19.0	8.39
20	78	44.34.00	33.17.50	09.06.16	09:05:00	94	0	17.71	8.37
							5	17.68	8.39
							10	17.6	8.39

							25	11.47	8.37
							50	9.01	8.29
							75	8.50	8.18
							90	8.5	8.12
21	78п	44.38.00	33.23.50	09.06.16	10:30:00	80	0	19.0	8.53
22	79	44.42.00	33.30.40	09.06.16	11:20:00	48	0	19.28	8.26
							5	18.7	9.2
							10	16.42	8.32
							25	11.46	8.3
							45	9.5	8.21
23	79п	44.46.00	33.26.30	09.06.16	12:00:00	70	0	20.2	8.39
24	80	44.42.20	33.19.80	09.06.16	12:58:00	87.9	0	19.51	8.4
							5	19.16	8.41
							10	18.16	8.39
							25	13.73	8.35
							50	9.27	8.3
							75	8.48	8.12
25	80п	44.46.10	33.15.90	09.06.16	13:45:00	95	0	22.3	8.35
26	81	44.49.80	33.22.10	09.06.16	15:00:00	78	0	19.72	8.34
							5	19.52	8.39
							10	18.76	8.4
							25	11.44	8.36
							50	9.2	8.29
							75	8.5	8.21
27	81п	44.52.50	33.19.60	09.06.16	-	85	0	19.9	8.32
28	82	44.50.80	33.13.10	09.06.16	16:20:00	93	0	19.36	8.32
							5	18.8	8.37
							10	18.24	8.36
							25	12.86	8.29
							50	9.17	8.23
							75	8.58	8.09
							90	8.5	7.95
29	82п	44.55.30	33.10.10	09.06.16	17:26:00	87	0	20.0	8.32
30	83	44.58.15	33.14.70	09.06.16	18:05:00	75	0	20.1	8.38
							5	19.64	8.40
							10	15.12	8.37
							25	10.88	8.3
							50	9.0	8.24
							70	8.6	8.11
31	83п	45.01.80	33.11.20	09.06.16	19:00:00	77.7	0	20.9	8.33
32	84	44.58.10	33.04.20	09.06.16	19:45:00	91	0	19.76	8.34
							5	19.41	8.42
							10	15.76	8.41
							25	11.30	8.35
							50	9.03	8.33
							75	8.66	8.25
33	84п	45.01.90	33.00.20	10.06.16	07:45:00	-	0	19.0	8.35
34	85	45.06.00	33.06.00	10.06.16	08:00:00	62	0	19.12	8.39
							5	18.88	8.42
							10	13.98	8.39
							25	11.1	8.33
							50	8.87	8.25

							60	8.7	8.21
35	85п	45.06.90	33.06.80	10.06.16	-	47	0	19.0	8.39
36	86	45.06.20	32.56.15	10.06.16	10:00:00	83	0	19.6	8.36
							5	19.56	8.39
							10	19.04	8.39
							25	11.34	8.32
							50	9.11	8.25
							80	8.68	8.06
37	86п	45.09.70	32.52.20	10.06.16	11:00:00	69	0	20.0	8.28
38	87	45.12.80	32.56.97	10.06.16	11:30:00	44	0	19.6	8.39
							5	19.29	8.39
							10	17.16	8.38
							25	11.14	8.34
							40	9.5	8.32
39	88	45.14.00	32.47.80	10.06.16	12:45:00	55	0	19.75	8.33
							5	19.58	8.4
							10	17.91	8.31
							25	11.16	8.38
							50	9.0	8.22
40	88п	45.18.00	32.54.90	10.06.16	13:45:00	24	0	19.8	8.3
41	89	45.20.00	32.56.60	10.06.16	14:45:00	17	0	20.1	8.33
42	90	45.17.00	32.59.70	10.06.16	15:45:00	13	0	19.9	8.37

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Измерения гидростатического давления, температуры, электропроводности, проводились гидрологическим зондирующим комплексом STD. STD-зондирования проводились с помощью кормовой траловой лебедки с кабель-тросом толщиной 16 мм. Прибор опускался со слипа с помощью П-рамы. Величина рН определялась с помощью рН-метра (рН-410) с электродной системой, включающей измерительный и вспомогательный электроды. Измерительный электрод представляет собой стеклянный электрод с допускаемой величиной электрического сопротивления от 10 до 1000 мОм используется при измерениях рН. Вспомогательный электрод – хлорсеребряный электрод с электрическим сопротивлением не более 20 кОм.

Для определения величины рН вода отбиралась батометрами БМ-48 на стандартных горизонтах. Батометры опускались с помощью бортовой траловой лебедки с тросом толщиной 12 мм. Крышка батометра закрывалась, на заданной глубине в результате переворачивания батометра, происходящего под воздействием посылаемого по тросу груза. (Снежинский, 1954). Вода отбиралась в мерные колбы. Значение рН фиксировалось после погружения электродов в пробу до достижения стабильных показаний. Величина рН определялась сразу после отбора проб. В ходе экспедиции

выполнены измерения на 42 станциях. Причем на 21 станции измерения проводились на всех стандартных горизонтах, а на остальных – только на поверхности моря.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ.

Контроль качества данных производился следующим образом. На каждом горизонте рассчитывался вертикальный градиент плотности, для выявления горизонтов с неустойчивой стратификацией. Практически на всех профилях были обнаружены инверсии, подавляющая часть которых была сбалансирована по плотности. На рисунке 1.1 в качестве примера представлены вертикальные профили температуры, солености и плотности на одной из станций. Видно, что особенности в вертикальной стратификации возникают из-за инверсий по солености. Несмотря на то, что они в основном сбалансированы по плотности, реальность такой развитой тонкой термохалинной структуры в регионе вызывает сомнение, поскольку она никак не проявляется в поле температуры, наблюдается повсеместно и не зависит от пространственной термохалинной структуры изучаемых полей. Наиболее вероятной причиной невысокого качества измерения профилей солености послужили конструктивные особенности зонда, не позволяющие достичь необходимого для достижения требуемой точности обновления воды в области индуктивного датчика электропроводности при используемой скорости зондирования. Поэтому соленостные инверсии удалялись. Неверные значения заменялись путем линейной интерполяции по вертикали. В результате были получены сглаженные профили гидрологических характеристик, в которых всегда обеспечивалась устойчивая стратификация (рис. 1.2, 1.3).

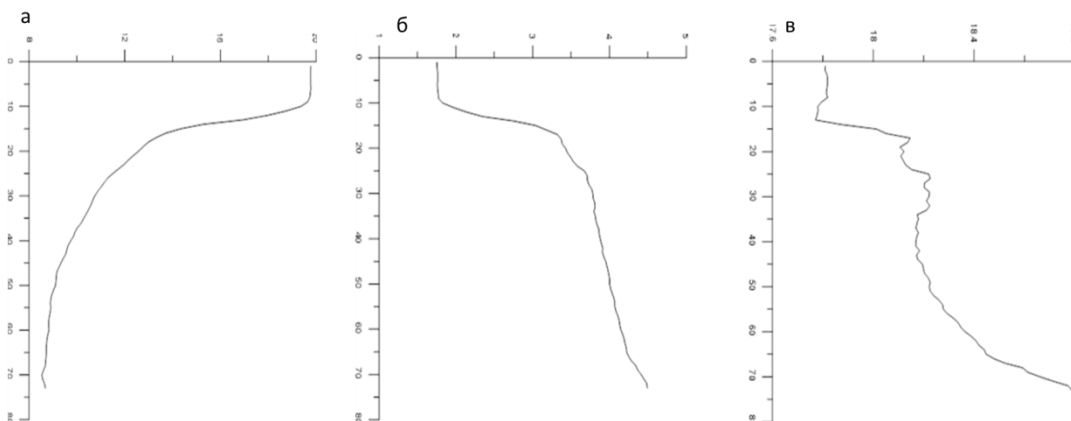


Рис. 1.1 Вертикальные профили температуры (а), плотность (б), соленость (в) на станции №10.

После применения линейной интерполяции перед построением полей горизонтального распределения гидрологических характеристик проводилось дополнительное их сглаживание по вертикали с помощью треугольного фильтра по не перекрывающимся отрезкам по следующей формуле:

$$\rho_i = \frac{\rho_{i+1} + 2\rho_i + \rho_{i-1}}{4}$$

J	K	L	M	N
	TEMP	SALT	DENS	
	19.775	17.81	11.756	
	19.771	17.809	11.756	
	19.771	17.817	11.762	
	19.771	17.819	11.764	
	19.771	17.819	11.764	
	19.779	17.816	11.76	
	19.76	17.8175	11.763	
	19.738	17.819	11.771	
	19.644	17.828	11.775	
	19.369	17.837	11.828	
	18.758	17.846	11.967	
	17.979	17.855	12.137	
	16.958	17.864	12.349	
	15.289	17.873	12.759	
	14.344	18.012	13.041	
	13.699	18.051	13.185	
	13.304	18.146	13.326	
	12.986	18.15525	13.372	
	12.771	18.1645	13.385	
	12.581	18.17375	13.428	
	12.358	18.183	13.454	
	12.15	18.19225	13.495	
	11.966	18.2015	13.531	
	11.733	18.21075	13.585	
	11.502	18.22	13.673	
	11.293	18.226	13.709	
	11.143	18.2273	13.713	
	11.019	18.22859	13.73	
	10.867	18.22989	13.769	
	10.746	18.23119	13.784	
	10.661	18.23248	13.788	
	10.588	18.23378	13.808	
	10.494	18.23507	13.813	
	10.396	18.23637	13.798	
	10.286	18.23767	13.816	
	10.188	18.23896	13.824	
ст.75	ст.76	ст.77	ст.78	ст.79
				ст.80

Рис 1.2 Гидрологические данные на станции № 10. Красным показаны значения, полученные путем линейной интерполяции.

Данные по величине рН по всем горизонтам также прошли проверку на контроль качества с использованием статистического метода. При этом конкретные значения рН, отклоняющиеся от региональных климатических величин рН для июня более чем на 3 с.к.о., помечались. Вопрос об их включении в массив данных для дальнейшей обработки решался экспертом.

После контроля качества и сглаживания по вертикали производилось построение полей основных гидролого-гидрохимических характеристик, которые позволяют проанализировать горизонтальное распределение их аномалий в июне 2016 г.

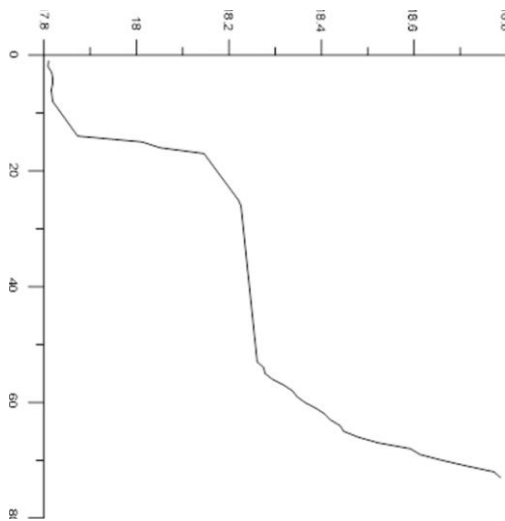


Рис 1.3 Вертикальный профиль солености на станции № 73 после проведенной проверки качества данных.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.

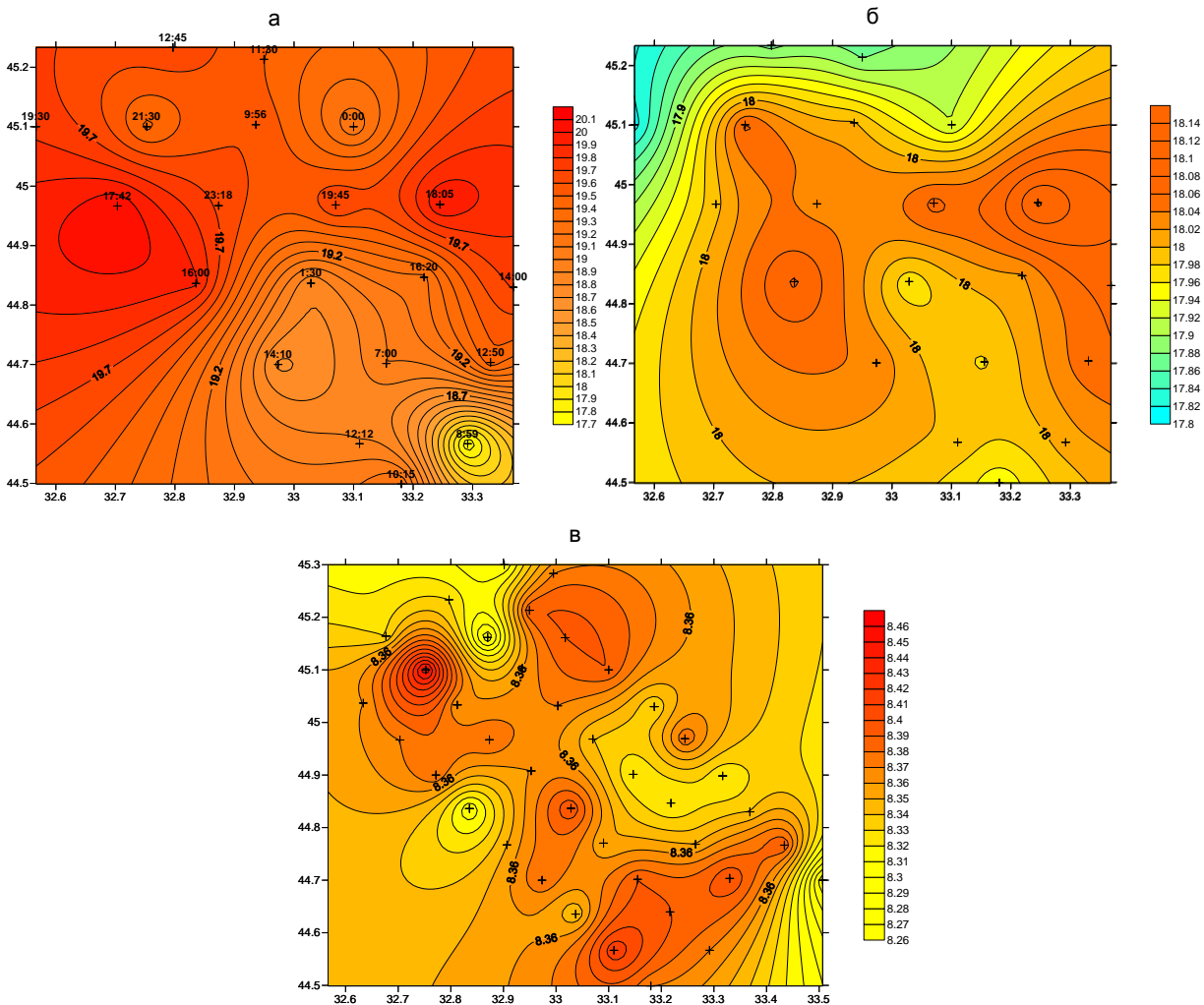
Период выполнения гидрологических измерений на ГС «Донузлав» (июнь 2016 г.) соответствовал гидрологической весне, когда отмечается весенне-летний прогрев поверхностных слоев, особенно хорошо выраженный в шельфовой зоне Черного моря (Блатов, Иванов, 1992). Температура воды на поверхности в июне 2016 г. изменялась от 17.7 °С до 20.1 °С (рис. 1.4 а) Максимальные значения температур отмечены на западе и востоке полигона. Минимальные значение температуры (17.7°С) регистрировали на юго-востоке.

Температура воды поверхностного слоя характеризуется суточным ходом. Наибольшее ее значение наблюдаются в вечерние время, а наименьшие значения - утром. Амплитуда суточного хода – около 0.5°С. Зоны повышенной температуры на поверхности в целом соответствуют зонам повышенной солености, (рис. 1.4. а и б).

Поле солености поверхностного слоя пространственно неоднородно: интервал изменений солености от 17.50 ‰ до 18.14 ‰ (рис. 1.4, б). В северо-западной и северной частях отмечены области максимального распреснения вод с солёностью в диапазоне 17.7 ‰ - 17.9 ‰. В центральной и восточной частях полигона возникает две области более соленых вод. Наблюдаемый диапазон изменения значений солёности в них - 18.04‰ - 18.14‰.

Средние за период выполнения измерений величины температуры и солености поверхностного слоя вод (19.4 °С и 18.0‰ соответственно) не были аномальными, а укладывались в границы среднемесячной климатической нормы (Океанографічний Атлас Чорного та Азовського морів, 2009).

Величина рН, измеренная на поверхности моря, изменялась в диапазоне: 8.26 - 8.46 (рис. 1.4 в). Среднее значение рН в поверхностном слое составляло - 8.36. Также как и для полей температуры и солености, для поля рН характерна пятнистая структура в диапазоне: 8.41 - 8.46. В северо-западной части исследуемого полигона значение рН достигло максимума - 8.46, наименьшие значения рН (8.26) отмечены на двух станциях, расположенных к северо-западу и к юго-западу от центра полигона.

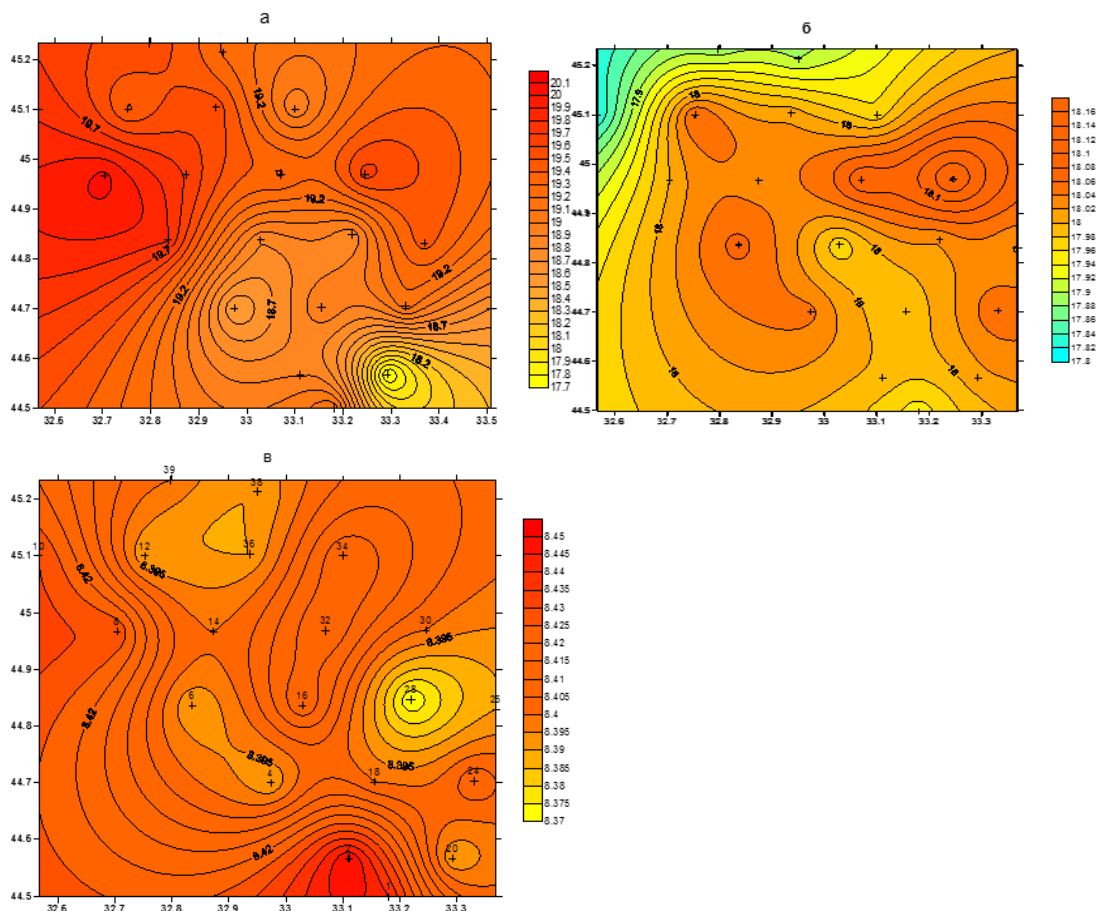


Р и с. 1.4. Распределение температуры - (а), солености - (б) и рН - (в) на поверхности моря 7 – 10 июня 2016 г. Крестиками отмечено положение станций и указано местное время их выполнения.

Распределение температуры на горизонте 5 м на полигоне в июне не имеет значительных отличий от поверхностного горизонта. Диапазон изменения температур изменяется 17.7°C - 20.1 °C. В южной части полигона, в районе глубоководных станций располагается поле с небольшими температурным контрастами в диапазон 18.4 °C - 18.8 °C. В северо-западной и западной частях Каламитского залива располагаются наиболее теплые воды с температурой выше 19.5 °C. На юго-востоке на горизонте 5 м сохраняется минимальное значение температур - 17.7°C (рис.1.5 а).

Диапазон пространственных изменений в поле солёности на горизонте 5 м - 17.08‰-18.16‰. В северо-западной части полигона на глубине 5м солёность понижена и изменяется в пределах 17.8‰-17.96‰. В северо-восточной части Каламитского залива отмечены воды с относительно высокой солёностью, изменяющейся в диапазоне 18.08‰-18.16‰ (рис.1.5б).

Поле рН на горизонте 5 метров значительно сглажено по сравнению с поверхностью, диапазон изменений составляет 8.37-8.45. Рассчитанное среднее значение величины рН - 8.44. В восточной части полигона (на одной станции) отмечен минимум рН - 8.37. На юго-востоке Каламитского залива отмечен максимум рН - 8.45 (рис. 1.5 в).



Р и с. 1.5 Распределение температуры - (а), солёности - (б) и рН- (в) на горизонте 5м на полигоне в июне 2016 г.

Величина рН на горизонте 10м изменяется в интервале 8.31-8.44, рассчитанное среднее значение рН = 8.41. В подповерхностном слое наблюдается тенденция понижения рН относительно горизонта 5м. На юге, в центре и в западной части Каламитского залива сосредоточены водные массы с максимальными значениями рН (в диапазоне 8.4-8.44). В юго-восточной и северо-западной частях отмечены минимальные значения рН ÷ 8.4 - 8.5 и рН ÷ 8.31-8.36 (рис.1.6).

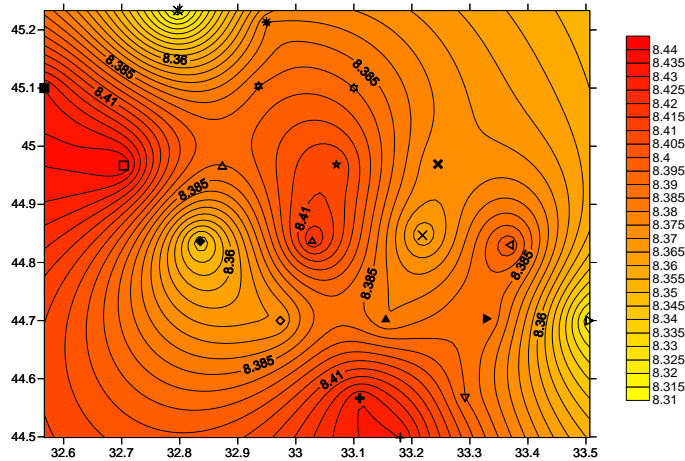


Рис.1.6. Распределение величины рН на горизонте 10 м в июне 2016 г.

Распределение температуры на горизонте 14 м сильно неоднородно, поскольку именно здесь на некоторых станциях залегает нижняя граница перемешанного слоя, а на других – слой скачка. Температура изменяется в диапазоне 10.5 °С - 18.5 °С. При этом образуются две области более теплых вод к западу и юго-востоку от центра полигона (с температурами от 15.5 °С до 18.5 °С) с максимальным значением на западе полигона. В центральной части полигона отмечаются минимальные температуры. Эти водные массы разделены температурным фронтом (рис.1.7а). Область максимальных величин солености (18.07 ‰ - 18.18 ‰) располагается в северо-восточной части полигона. В северо-западной части прослеживается снижение солёности (до 17.9 ‰ – 18.0 ‰, рис.1.7б).

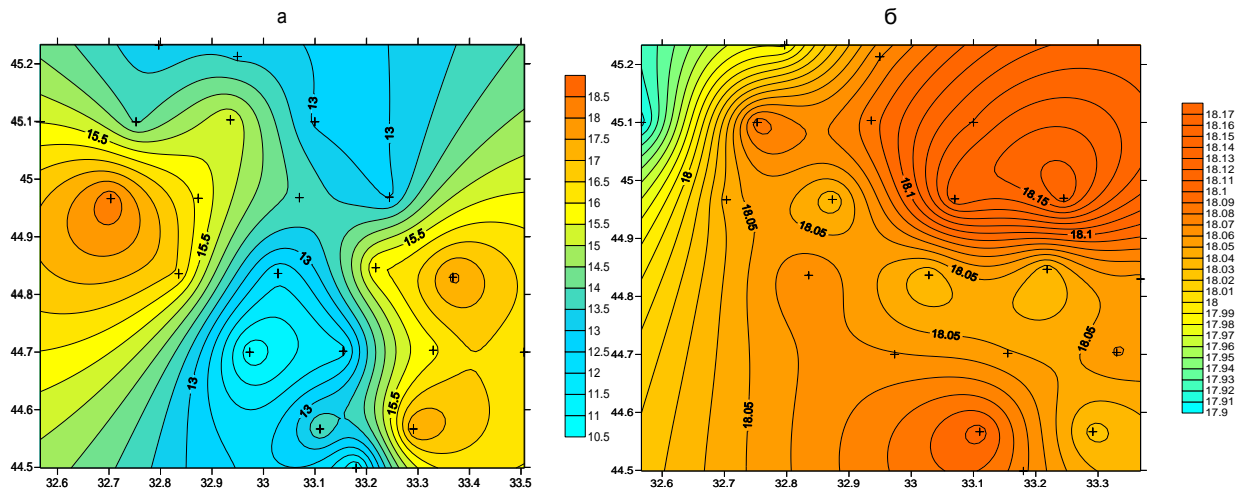


Рис.1.7 Распределение температуры (а) и солености (б) на горизонте 14 м.

Ниже верхнего квазиоднородного слоя, приблизительно между горизонтами 15 и 40 м, располагается слой отрицательных вертикальных градиентов температуры (рис. 1.8). Температура в этом слое изменяется в диапазоне 8.7 °С - 14.2 °С (рис. 1.10 а, в); соленость в диапазоне 18.6 ‰ - 18.31 ‰ (рис 1.6 б, г). В юго-восточной части акватории слое 20-26 м наблюдается локальное пятно вод с повышенными значениями температуры (14.2 °С - 17.5 °С). Температурная аномалия совпадает с аномалиями солености, имеющей в тех же точках пониженные значения относительно остальной акватории (18.04 ‰ - 18.06 ‰) (рис.1.8).

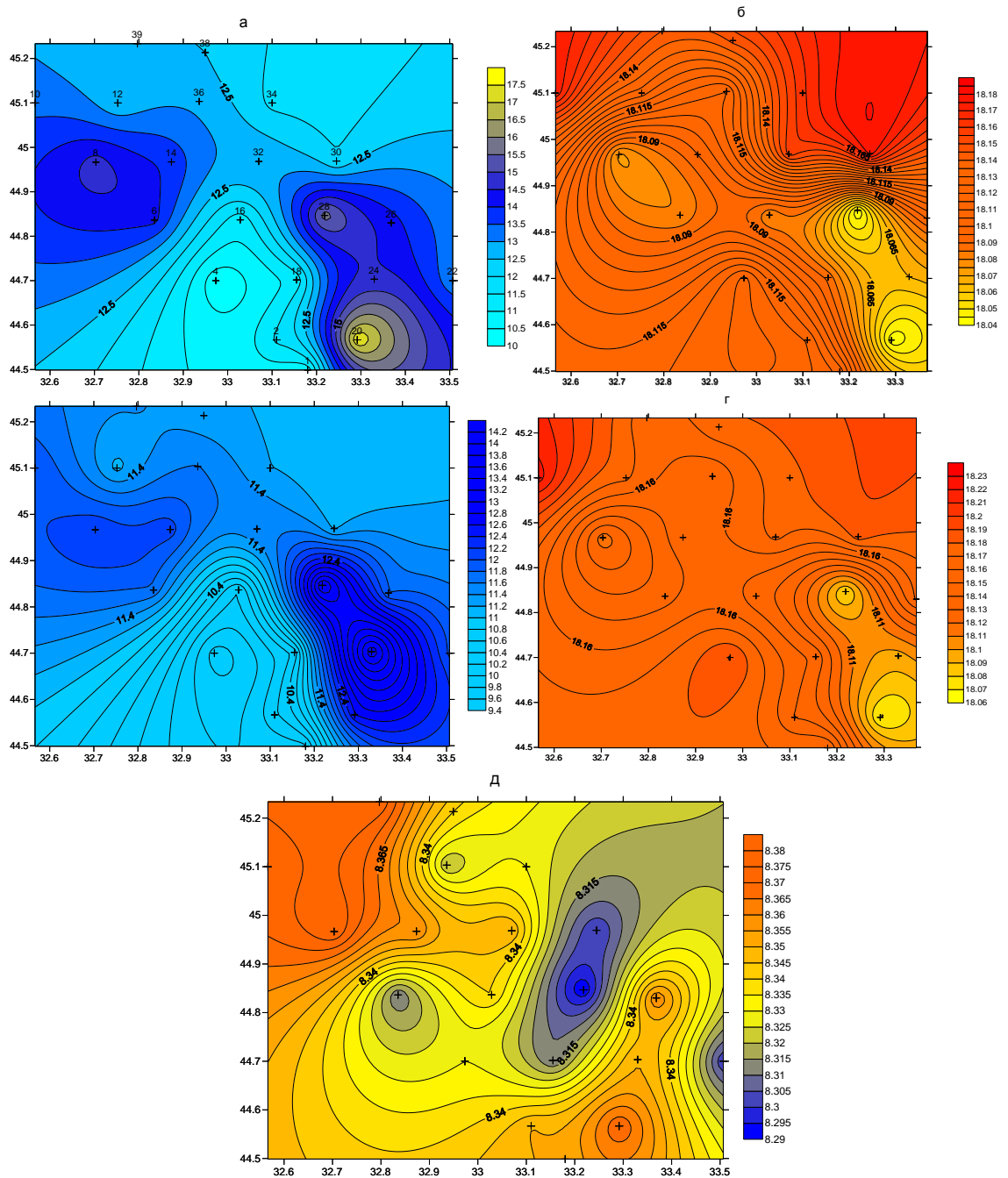
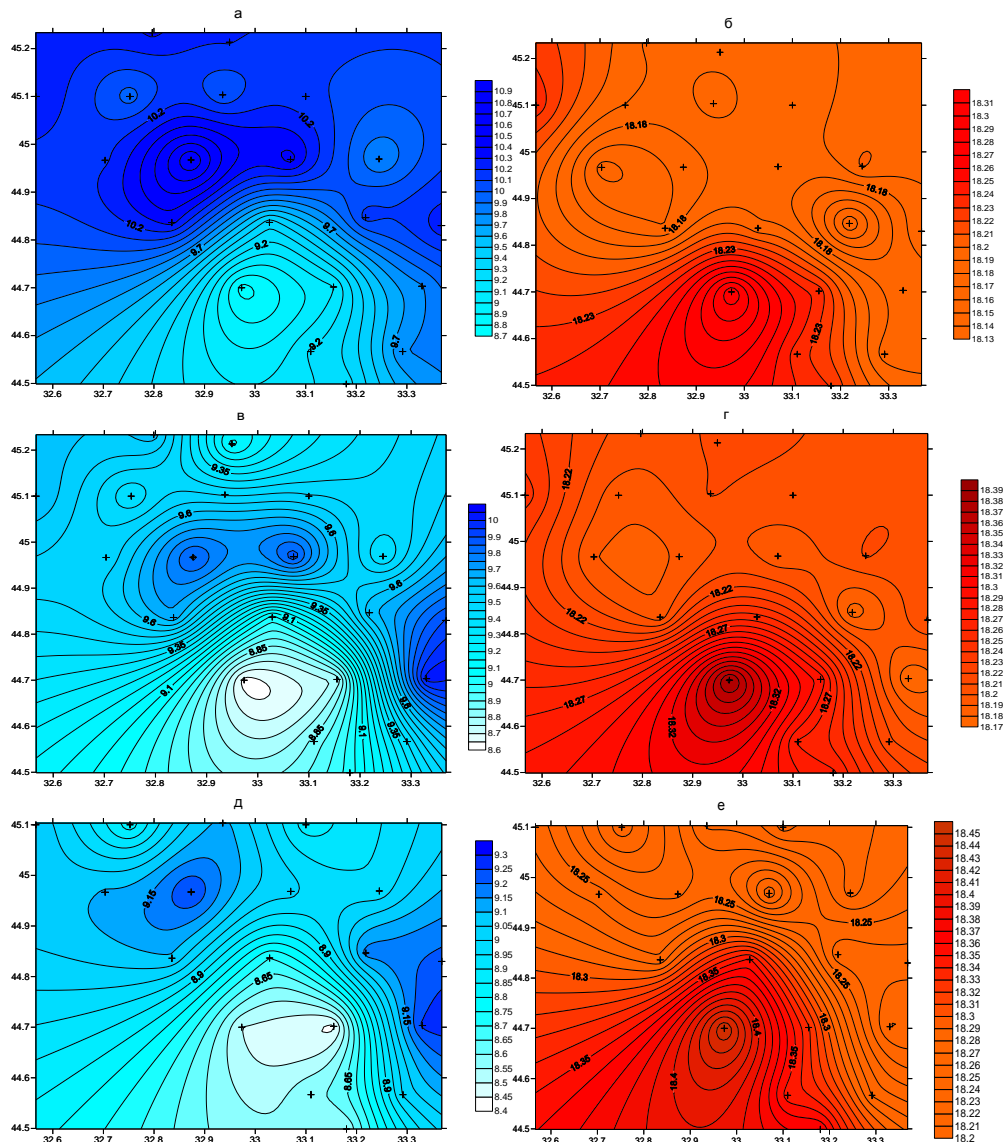


Рис.1.8. Распределение температуры на горизонтах 20м (а) и 26м (в), солености на горизонтах 20м (б) и 26м (г), величины рН на горизонте 25м (д) в июне 2016 г.

Величина рН на горизонте 25 м изменяется в диапазоне 8.29 - 8.38. Среднее рассчитанное значение рН = 8.35 (рис.1.8 д). Таким образом, величина рН на горизонте 25 м понижена на 0.06 по сравнению с горизонтом 10 м. В северо-западной части полигона расположены воды с повышенными значениями рН (рН=8.35 - 8.38). Восточнее центральной части полигона отмечены воды с минимальными значениями рН, изменяющимися в диапазоне 8.29 ÷ 8.32.

На горизонтах 35м 41м и 50м гидрологическая структура вод характеризуется следующими особенностями. Температура на этих горизонтах изменяется в пределах 8.4÷10.9 °С, соленость - между 18.2 и 18.45‰ (рис 1.9). В южной, более глубоководной части Каламитского залива образуется область более соленых вод ($S=18.23\div 18.45\%$). Эта область соответствует и более холодными водам с температурой от 8.4 °С до 9.5 °С.



Распределение величины рН на горизонте 50м имеет не однородный характер: диапазон изменения значений рН - 8.22 ÷ 8.33. При этом среднее рассчитанное значение рН=8.3. Наблюдается понижение значений рН относительно горизонта 25 м на 0.05. В центральной части и на юго-западе акватории отмечено малоградиентное распределение рН, величина которого изменяется в диапазоне 8.22÷8.29 (рис. 1.10).

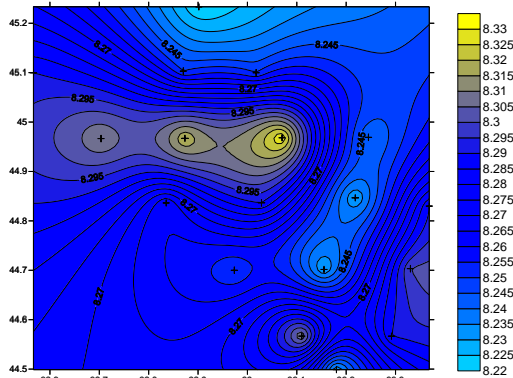


Рис 1.10 Распределение величины рН на горизонте 50м в июне 2016 г.

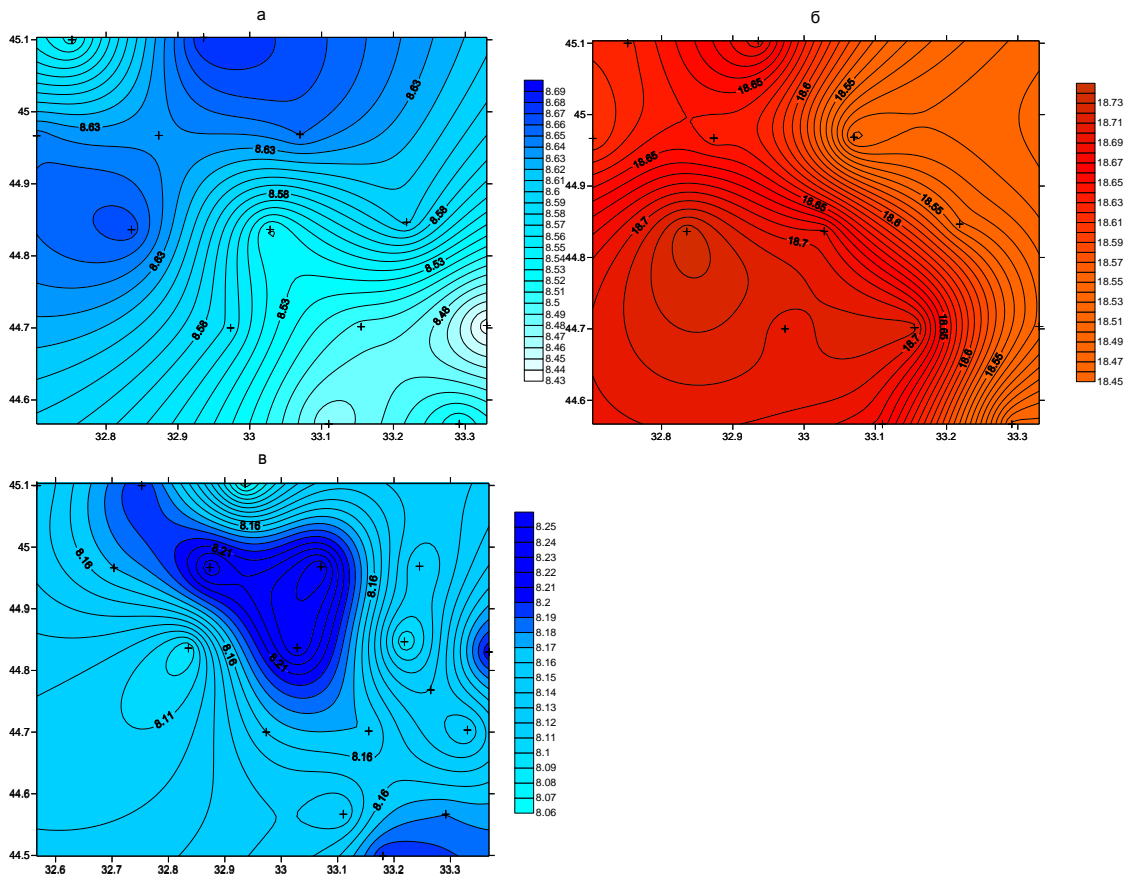


Рис 1.11 Распределение температуры (а), солёности (б) и величины рН (в) на горизонте 75м в июне 2016 г.

На горизонте 75 м значения температуры изменяются в пределах от 8.43 °С до 8.69 °С (рис. 1.11 а). В юго-восточной и северо-западной частях полигона наблюдаются более холодные воды с температурой от 8.43 °С до 8.57 °С. Между ними расположена полоса

относительно теплых вод с температурой от 8.58 °С до 8.69 °С. Соленость повышена в юго-западной части полигона, где она изменяется в диапазоне 18.59 ‰ – 18.73 ‰. На востоке акватории соленость меньше 18.57 ‰ (рис. 1.11 б).

Значения рН изменяются в диапазоне 8.06 ÷ 8.25, при среднем значении рН = 8.16. По сравнению со значениями рН на горизонте 50м они уменьшаются на 0.14. В центральной части имеется пятно повышенных значений рН (в диапазоне 8.18÷8.25) (рис.1.11 в).

В более глубоководной части исследуемой акватории измерения проводились на 4 станциях. Таким образом, на горизонте 100м анализ пространственного распределения температуры солености и уровня рН невозможен. Диапазон изменений температуры воды на этом горизонте - 8.6 °С ÷ 8.67 °С. Соленость изменяется в диапазоне значений от 19.16 ‰ до 19.7 ‰. Значения рН изменяются в диапазоне 7.75 ÷ 7.92, при рассчитанном среднем значении рН = 7.94. Относительно ранее исследуемого горизонта уровень рН понижается на 0.22.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Период выполнения гидролого-гидрохимических работ в 64-м рейсе ГС «Донузлав» соответствовал гидрологической весне, т.е. весенне-летнему прогреву поверхностных слоев Черного моря. Вместе с тем прошедший через полигон перед самым началом экспедиции шторм привел к заглублению перемешанного слоя и развитию апвеллинга в юго-восточной части исследуемой акватории. Это, а также наличие суточного хода температуры поверхностного слоя вод при несинхронном выполнении съемки, привело к формированию пространственных неоднородностей температуры. В перемешанном слое, толщина которого в среднем составляла 14 м, температура изменялась в диапазоне значений 17.7 °С ÷ 21 °С. Средняя температура на поверхности составила 19.4 °С. В поверхностном слое отмечалась область максимального распреснения вод со значениями солёности 17.8 ‰-17.9 ‰ при среднем ее значении около 18‰. Наблюдалась также неоднородность в распределении рН. На поверхности рН изменялся в диапазоне 8.26-8.46 при среднем значении 8.36. С глубиной пространственная неоднородность сохранялась, а величина рН в целом уменьшалась, за исключением горизонта 5 м. На горизонте 100 м рН изменялся от 7.75 до 7.92. Такое распределение рН обусловлено гидрологической структурой вод. Действительно, в целом более низким температурам соответствуют пониженные значения рН. Под перемешанным слоем температура резко понижается, а соленость возрастает. В подповерхностном слое они изменялись соответственно в интервале значений 8.7 °С ÷ 14.2 °С и 18.6 ‰ ÷ 19.0 ‰. На глубине 100 м температура падала до значений около 8.6 °С., при уровне солености 19.5‰ и рН=7.94.

Глава2. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В прибрежных районах Чёрного моря среда обитания планктона изменяется быстрыми темпами. Трансформация среды обитания сопровождается изменением ее таксономического разнообразия, внедрением новых видов интродуцентов, нарушением сложившихся пищевых цепей, что приводит к неустойчивости системы и нарушению ее саморегуляции. Новые виды являются дополнительным дестабилизирующим фактором, внедряясь в саморегулирующие возможности экосистемы. Проведение мониторинговых исследований позволяет, во-первых, более детально охарактеризовать состояние экосистемы Каламитского залива в летний период, во-вторых, что не менее важно, представляет основу для прогнозирования возможных сценариев развития состояния экосистемы. Зоопланктон является связывающим звеном между фитопланктоном и рыбами. Он составляет основу питания пелагических рыб и их молоди. Одновременно, зоопланктон, участвуя в процессах круговорота веществ в водоеме, способствует самоочищению загрязненных вод, а его таксономический состав и количественное соотношение разных видов могут служить индикаторами качества прибрежных вод. Зоопланктон как вторичный продуцент играет важную роль в морских сообществах, а совместно с фитопланктоном они всем своим разнообразием и комплексностью поддерживают обширную систему пищевых цепей в море. Участвуя в процессах круговорота веществ и обладая высокими фильтрующими возможностями (Загородняя, Морякова, 2011).

На полигоне в ходе экспедиции проведены сборы зоопланктона. Исторически исследования зоопланктона в Каламитском заливе проводились относительно редко. Последние исследования пелагических сообществ (Табл.2.1) получены в этом районе во время двух съёмов в весенний и осенний сезоны 1998 года (Загородняя, Морякова, 2011). За последние два десятилетия XX века величины численности и биомассы кормового зоопланктона упали на порядок (Ковалёв и др., 1996).

Таблица. 2.1. Кормовой зоопланктон Каламитский залив 1998 (весна-осень) в обловленном сетью Джели слое (0-30 и 0-50) (Загородняя, Морякова, 2011)

Группы организмов	весна		осень	
	N,экз*м ⁻³	B*мг ⁻³	N,экз*м ⁻³	B*мг ⁻³
Копеподы	4782	48.56	106.9	2.01
Кладоцеры	9.1	0.12	21.6	0.68

<i>Oicopleura dioica</i>	1526.2	19.82	14.1	0.20
<i>Sagitta setosa</i>	7.1	2.20	2.1	2.27
Меропланктон	140.4	0.82	17.5	0.43
Всего	7186.5	73.23	163.5	5.58

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

Сборы зоопланктона выполнены в июне 2016 года на 22 станциях в акватории Каламитского залива. Всего собрано 22 пробы. Зоопланктон собирали сетью Хензена (Hydro-Bios Apparatebau), с диаметром входного отверстия 50 см, с ситом 300 мкм (рис. 2.1). Сетные ловы проводились в зависимости от глубины места в слое 0-50 м. Обработка желетелого макропланктона проводилась в свежем виде по стандартным методикам (Игнатъев и др, 2010; Финенко и др, 2012). Для гребневиков измеряли орально-аборальную длину без лопастей, для медуз – диаметр купола. Сырую массу особей определяли расчетным методом, используя уравнения зависимости массы от длины, приводимые в цитируемой литературе (Игнатъев и др, 2010; Финенко и др, 2012). Биомассу рассчитывали как произведение численности и средней сырой массы каждой размерной группы; общая биомасса рассчитана как сумма биомасс всех размерных групп в популяции. Численность и биомасса макропланктона пересчитывалась на объем профильтрованной воды. Объем собранного и обработанного материала представлен в Таблице 2.2

Таблица.2.2 Объем собранного материала:
Макропланктон на полигоне.

№	N Ст.	Координаты		Слой облова, (м)	Длина лова, (м)	Дата	Время, (час)	Тотальный макропланктон	
		широта	долгота					экз/м ³	мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	0-50	70	08.06.16	10:30:05	0,6	60,27
2	69	44.34.00	33.06.60	0-50	70	08.06.16	12:25:05	0,1	185,7
3	70	44.42.00	32.58.40	0-50	70	08.06.16	14:10:03	0,2	2665,4
4	71	44.50.10	32.50.40	0-50	70	08.06.16	16:55:02	0,6	6214,8
5	72	44.58.00	32.42.20	0-50	70	08.06.16	18:10:02	0,7	1806,2
6	73	45.06.00	32.34.00	0-50	70	08.06.16	19:32:00	0,9	1569,0
7	74	45.06.00	32.45.15	0-50	70	08.06.16	21:30:00	0,7	2579,9
8	75	44.58.30	32.52.40	0-50	60	08.06.16	23:30:00	0,8	1366,2
9	76	44.50.20	33.01.70	0-50	60	09.06.16	01:30:00	0,9	4113,3
10	77	44.42.10	33.09.30	0-50	60	09.06.16	07:50:00	0,7	2996,2
11	78	44.34.00	33.17.50	0-50	58	09.06.16	09:05:00	0,4	357,2
12	79	44.42.00	33.30.40	0-30	36	09.06.16	11:20:00	1,1	525,04
13	80	44.42.20	33.19.80	0-50	60	09.06.16	12:58:00	0,5	489,06
14	81	44.49.80	33.22.10	0-50	60	09.06.16	15:00:00	0,7	766,30
15	82	44.50.80	33.13.10	0-50	60	09.06.16	16:20:00	0,5	1519,3
16	83	44.58.15	33.14.70	0-50	60	09.06.16	18:05:00	0,5	2869,4
17	84	44.58.10	33.04.20	0-60	60	09.06.16	19:45:00	3,4	9099,4
18	85	45.06.00	33.06.00	0-40	42	10.06.16	08:00:00	0,9	1001,8

19	86	45.06.20	32.56.15	0-50	50	10.06.16	10:00:00	0,2	798,7
20	87	45.12.80	32.56.97	0-40	40	10.06.16	11:30:00	0,6	644,19
21	88	45.14.00	32.47.80	0-30	30	10.06.16	12:45:00	0,4	2495,3

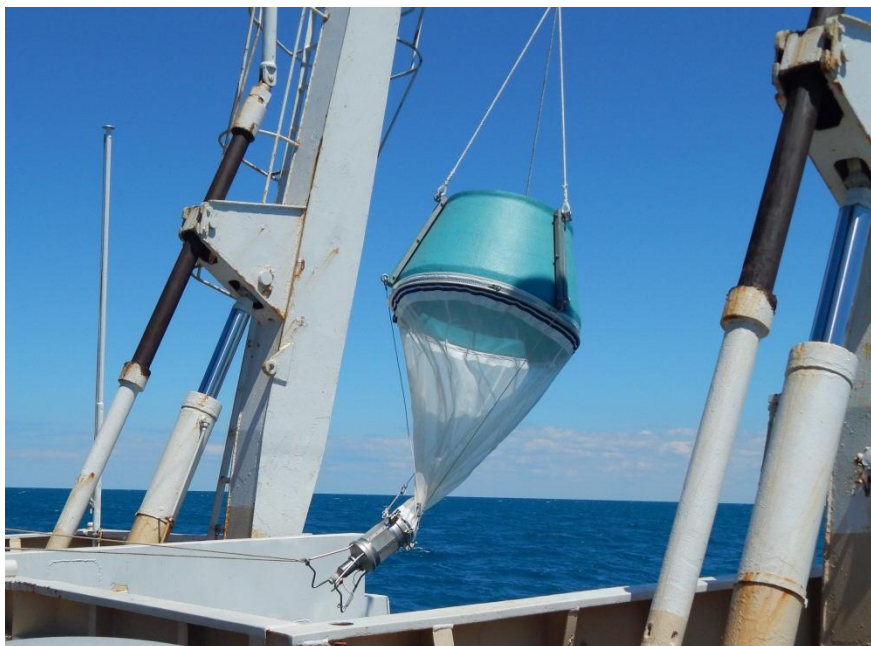


Рис. 2.1. Сеть Хензена (Hydro-Bios Apparatebau) для сбора планктонных проб.

Для автоматизированной обработки данных и анализа распределения макропланктона была разработана новая ГИС система «Макропланктон».

Эта система (рис. 2.2) позволяет:

- 1) строить карты распределения по численности и биомассе всех видов макропланктона Черного моря;
- 2) строить карты тотального распределения макропланктона по всем видам;
- 3) строить карты распределения отдельных возрастных стадий;
- 4) строить диаграммы размерного состава на заданных станциях;
- 5) строить диаграммы распределения численности и биомассы по станциям;
- 6) строить диаграммы доминирования видов в процентах;
- 7) экспортировать данные в программу MS Excel;
- 8) вводить данные на борту судна;
- 9) сохранять данные многих рейсов и выполнять их совместный анализ.

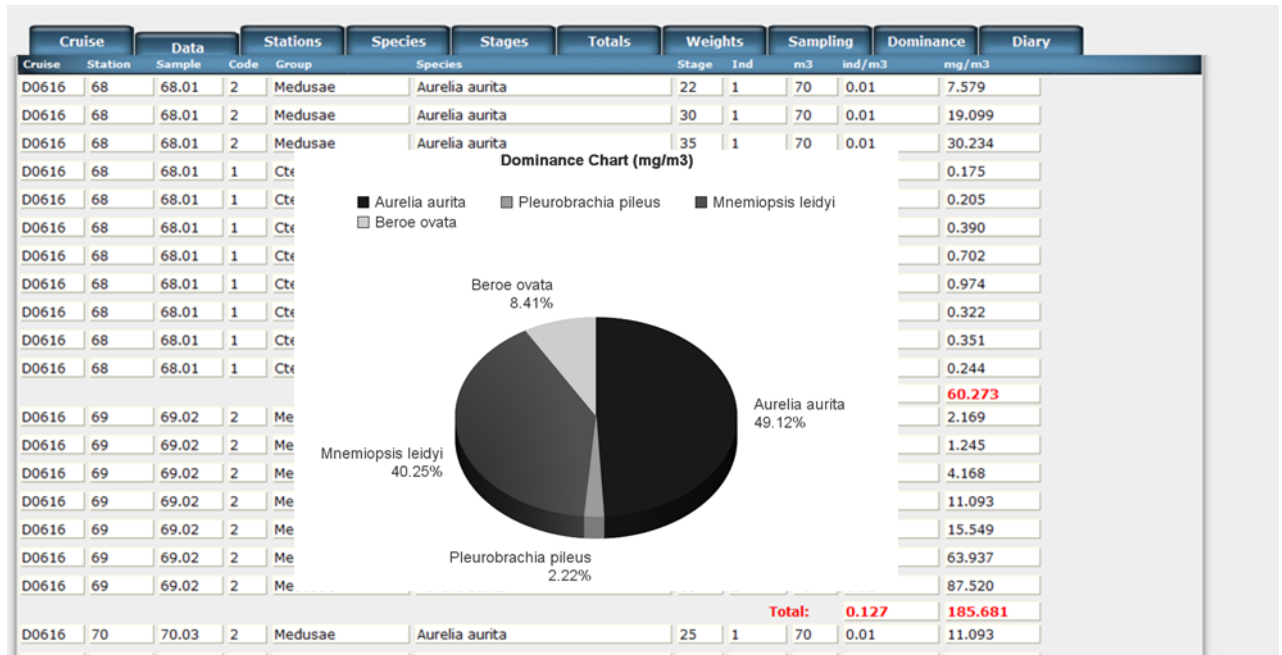


Рис. 2.2 Иллюстрация возможности ГИС системы «Макропланктон»

МАКРОПЛАНКТОН

Макропланктон в районе исследований был представлен одним видом медуз – *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) и тремя видами гребневиков: *Mnemiopsis leidyi* (A.Agassiz, 1865), *Pleurobrachia pileus* (O.F.Müller, 1776), *Beroe ovata* (Bruguière, 1789). На акватории полигона в общей биомассе желетелых доминировали медуза *A. aurita* (99,87 %). Гребневик плевробрахия доминировал по плотности ÷ 73,89 %. Численность аурелии составляла 26,11 %. Для гребневиков-вселенцев суммарная относительная биомасса в среднем составляла 1%. Общая картина распределения макропланктона в районе исследования представлена на рис. 2.3.

Таблица.2.3. Первичные данные обработки проб макропланктона: размерно-весовой состав макропланктона: L – размер, (мм); N – численность, (экз*м⁻³); B – биомасса, (мг*м⁻³)

Станция	Проба	Вид	L	N	B
1	2	3	4	5	6
68	68.01	<i>A. aurita</i>	22	0.01	7.58
68	68.01	<i>A. aurita</i>	30	0.01	19.1
68	68.01	<i>A. aurita</i>	35	0.01	30.23
68	68.01	<i>P. pileus</i>	6	0.04	0.18
68	68.01	<i>P. pileus</i>	7	0.04	0.21
68	68.01	<i>P. pileus</i>	8	0.07	0.39
68	68.01	<i>P. pileus</i>	9	0.11	0.70
68	68.01	<i>P. pileus</i>	10	0.14	0.97
68	68.01	<i>P. pileus</i>	11	0.04	0.32
68	68.01	<i>P. pileus</i>	12	0.04	0.35

68	68.01	<i>P. pileus</i>	25	0.01	0.24
69	69.02	<i>A. aurita</i>	10	0.04	2.17
69	69.02	<i>A. aurita</i>	12	0.01	1.25
69	69.02	<i>A. aurita</i>	18	0.01	4.17
69	69.02	<i>A. aurita</i>	25	0.01	11.1
69	69.02	<i>A. aurita</i>	28	0.01	15.55
69	69.02	<i>A. aurita</i>	45	0.01	63.94
69	69.02	<i>A. aurita</i>	50	0.01	87.52
70	70.03	<i>A. aurita</i>	25	0.01	11.09
70	70.03	<i>A. aurita</i>	40	0.01	45.01
70	70.03	<i>A. aurita</i>	45	0.01	63.94
70	70.03	<i>A. aurita</i>	50	0.01	87.52
70	70.03	<i>A. aurita</i>	55	0.01	116.27
70	70.03	<i>A. aurita</i>	70	0.03	477.09
70	70.03	<i>A. aurita</i>	80	0.01	355.13
70	70.03	<i>A. aurita</i>	130	0.01	1509.14
70	70.03	<i>P. pileus</i>	6	0.04	0.18
70	70.03	<i>P. pileus</i>	8	0.01	0.08
71	71.04	<i>A. aurita</i>	25	0.04	33.28
71	71.04	<i>A. aurita</i>	30	0.06	76.4
71	71.04	<i>A. aurita</i>	40	0.01	45.01
71	71.04	<i>A. aurita</i>	45	0.01	63.94
71	71.04	<i>A. aurita</i>	75	0.01	293
71	71.04	<i>A. aurita</i>	95	0.03	1185.29
71	71.04	<i>A. aurita</i>	110	0.01	917.34
71	71.04	<i>A. aurita</i>	130	0.01	1509.14
71	71.04	<i>A. aurita</i>	145	0.01	2089.56
71	71.04	<i>M. leidyii</i>	45	0.01	-
71	71.04	<i>P. pileus</i>	5	0.01	0.05
71	71.04	<i>P. pileus</i>	6	0.01	0.06
71	71.04	<i>P. pileus</i>	7	0.09	0.41
71	71.04	<i>P. pileus</i>	8	0.11	0.62
71	71.04	<i>P. pileus</i>	9	0.03	0.18
71	71.04	<i>P. pileus</i>	10	0.04	0.29
71	71.04	<i>P. pileus</i>	11	0.03	0.21
72	72.05	<i>A. aurita</i>	20	0.01	5.71
72	72.05	<i>A. aurita</i>	25	0.04	33.28
72	72.05	<i>A. aurita</i>	30	0.06	76.4
72	72.05	<i>A. aurita</i>	35	0.06	120.94
72	72.05	<i>A. aurita</i>	40	0.01	45.01
72	72.05	<i>A. aurita</i>	50	0.01	87.52
72	72.05	<i>A. aurita</i>	60	0.01	150.69
72	72.05	<i>A. aurita</i>	70	0.01	238.55
72	72.05	<i>A. aurita</i>	80	0.01	355.13
72	72.05	<i>A. aurita</i>	100	0.01	690.52
72	72.05	<i>M. leidyii</i>	30	0.01	-
72	72.05	<i>M. leidyii</i>	40	0.01	-
72	72.05	<i>M. leidyii</i>	55	0.01	-
72	72.05	<i>P. pileus</i>	6	0.11	0.47
72	72.05	<i>P. pileus</i>	7	0.06	0.27
72	72.05	<i>P. pileus</i>	8	0.1	0.55
72	72.05	<i>P. pileus</i>	9	0.01	0.09
72	72.05	<i>P. pileus</i>	10	0.06	0.39
72	72.05	<i>P. pileus</i>	11	0.04	0.32

72	72.05	<i>P. pileus</i>	12	0.03	0.23
72	72.05	<i>P. pileus</i>	13	0.01	0.13
73	73.06	<i>A. aurita</i>	20	0.09	34.23
73	73.06	<i>A. aurita</i>	25	0.06	44.37
73	73.06	<i>A. aurita</i>	30	0.07	95.49
73	73.06	<i>A. aurita</i>	35	0.03	60.47
73	73.06	<i>A. aurita</i>	40	0.01	45.01
73	73.06	<i>A. aurita</i>	45	0.01	63.94
73	73.06	<i>A. aurita</i>	55	0.03	232.54
73	73.06	<i>A. aurita</i>	60	0.01	150.69
73	73.06	<i>A. aurita</i>	65	0.01	191.28
73	73.06	<i>A. aurita</i>	75	0.01	293.00
73	73.06	<i>A. aurita</i>	80	0.01	355.13
73	73.06	<i>M. leidyii</i>	55	0.01	-
73	73.06	<i>P. pileus</i>	5	0.03	0.097
73	73.06	<i>P. pileus</i>	6	0.029	0.12
73	73.06	<i>P. pileus</i>	7	0.1	0.48
73	73.06	<i>P. pileus</i>	8	0.16	0.86
73	73.06	<i>P. pileus</i>	9	0.06	0.35
73	73.06	<i>P. pileus</i>	10	0.1	0.68
73	73.06	<i>P. pileus</i>	11	0.04	0.32
74	74.07	<i>A. aurita</i>	9	0.03	1.06
74	74.07	<i>A. aurita</i>	10	0.01	0.72
74	74.07	<i>A. aurita</i>	15	0.03	4.84
74	74.07	<i>A. aurita</i>	20	0.07	28.52
74	74.07	<i>A. aurita</i>	25	0.01	11.09
74	74.07	<i>A. aurita</i>	35	0.01	30.23
74	74.07	<i>A. aurita</i>	40	0.01	45.01
74	74.07	<i>A. aurita</i>	50	0.01	87.52
74	74.07	<i>A. aurita</i>	55	0.01	116.27
74	74.07	<i>A. aurita</i>	70	0.01	238.54
74	74.07	<i>A. aurita</i>	90	0.01	504.45
74	74.07	<i>A. aurita</i>	130	0.01	1509.14
74	74.07	<i>P. pileus</i>	6	0.06	0.23
74	74.07	<i>P. pileus</i>	7	0.14	0.68
74	74.07	<i>P. pileus</i>	8	0.11	0.62
74	74.07	<i>P. pileus</i>	9	0.09	0.53
74	74.07	<i>P. pileus</i>	10	0.03	0.19
74	74.07	<i>P. pileus</i>	11	0.03	0.21
75	75.08	<i>A. aurita</i>	20	0.03	13.31
75	75.08	<i>A. aurita</i>	25	0.02	12.94
75	75.08	<i>A. aurita</i>	30	0.02	22.28
75	75.08	<i>A. aurita</i>	35	0.03	70.55
75	75.08	<i>A. aurita</i>	40	0.03	105.03
75	75.08	<i>A. aurita</i>	45	0.02	74.59
75	75.08	<i>A. aurita</i>	50	0.03	204.21
75	75.08	<i>A. aurita</i>	55	0.03	271.29
75	75.08	<i>A. aurita</i>	90	0.02	588.53
75	75.08	<i>P. pileus</i>	6	0.07	0.27
75	75.08	<i>P. pileus</i>	7	0.12	0.56
75	75.08	<i>P. pileus</i>	8	0.18	1.00
75	75.08	<i>P. pileus</i>	9	0.05	0.31
75	75.08	<i>P. pileus</i>	10	0.08	0.57
75	75.08	<i>P. pileus</i>	11	0.10	0.75

76	76.09	<i>A. aurita</i>	4	0.02	0.06
76	76.09	<i>A. aurita</i>	5	0.05	0.32
76	76.09	<i>A. aurita</i>	20	0.02	6.66
76	76.09	<i>A. aurita</i>	35	0.02	35.27
76	76.09	<i>A. aurita</i>	40	0.02	52.51
76	76.09	<i>A. aurita</i>	45	0.02	74.59
76	76.09	<i>A. aurita</i>	50	0.03	204.21
76	76.09	<i>A. aurita</i>	60	0.02	175.80
76	76.09	<i>A. aurita</i>	65	0.02	223.15
76	76.09	<i>A. aurita</i>	75	0.02	341.83
76	76.09	<i>A. aurita</i>	100	0.03	1611.22
76	76.09	<i>A. aurita</i>	120	0.02	1387.03
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	6	0.05	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	7	0.12	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	8	0.13	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	9	0.05	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	10	0.12	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	11	0.02	-
76	76.09	<i>M. leidyii</i>	12	0.03	-
76	76.09	<i>P. pileus</i>	8	0.03	0.18
76	76.09	<i>P. pileus</i>	10	0.05	0.34
76	76.09	<i>P. pileus</i>	11	0.02	0.13
77	77.1	<i>A. aurita</i>	20	0.03	13.31
77	77.1	<i>A. aurita</i>	30	0.02	22.28
77	77.1	<i>A. aurita</i>	35	0.02	35.27
77	77.1	<i>A. aurita</i>	40	0.03	105.03
77	77.1	<i>A. aurita</i>	50	0.05	306.32
77	77.1	<i>A. aurita</i>	55	0.02	135.65
77	77.1	<i>A. aurita</i>	60	0.03	351.60
77	77.1	<i>A. aurita</i>	65	0.02	223.15
77	77.1	<i>A. aurita</i>	80	0.02	414.32
77	77.1	<i>A. aurita</i>	120	0.02	1387.03
77	77.1	<i>M. leidyii</i>	30	0.02	-
77	77.1	<i>M. leidyii</i>	40	0.02	-
77	77.1	<i>P. pileus</i>	6	0.05	0.20
77	77.1	<i>P. pileus</i>	7	0.08	0.40
77	77.1	<i>P. pileus</i>	8	0.08	0.45
77	77.1	<i>P. pileus</i>	9	0.02	0.10
77	77.1	<i>P. pileus</i>	10	0.07	0.45
77	77.1	<i>P. pileus</i>	11	0.07	0.50
77	77.1	<i>P. pileus</i>	12	0.02	0.14
78	78.11	<i>A. aurita</i>	25	0.02	13.39
78	78.11	<i>A. aurita</i>	40	0.02	54.32
78	78.11	<i>A. aurita</i>	70	0.02	287.90
78	78.11	<i>P. pileus</i>	5	0.17	0.59
78	78.11	<i>P. pileus</i>	6	0.03	0.14
78	78.11	<i>P. pileus</i>	7	0.02	0.08
78	78.11	<i>P. pileus</i>	8	0.03	0.19
78	78.11	<i>P. pileus</i>	9	0.02	0.11
78	78.11	<i>P. pileus</i>	10	0.02	0.12
78	78.11	<i>P. pileus</i>	11	0.05	0.39
79	79.12	<i>A. aurita</i>	55	0.03	226.08
79	79.12	<i>A. aurita</i>	60	0.03	293.00
79	79.12	<i>P. pileus</i>	5	0.03	0.09

79	79.12	<i>P. pileus</i>	6	0.17	0.68
79	79.12	<i>P. pileus</i>	7	0.28	1.33
79	79.12	<i>P. pileus</i>	8	0.17	0.91
79	79.12	<i>P. pileus</i>	9	0.19	1.19
79	79.12	<i>P. pileus</i>	10	0.17	1.14
79	79.12	<i>P. pileus</i>	11	0.08	0.63
80	80.13	<i>A. aurita</i>	35	0.02	35.27
80	80.13	<i>A. aurita</i>	40	0.02	52.51
80	80.13	<i>A. aurita</i>	60	0.02	175.80
80	80.13	<i>A. aurita</i>	65	0.02	223.15
80	80.13	<i>P. pileus</i>	6	0.08	0.34
80	80.13	<i>P. pileus</i>	7	0.13	0.64
80	80.13	<i>P. pileus</i>	8	0.10	0.55
80	80.13	<i>P. pileus</i>	9	0.02	0.10
80	80.13	<i>P. pileus</i>	10	0.08	0.57
80	80.13	<i>P. pileus</i>	11	0.02	0.13
81	81.14	<i>A. aurita</i>	20	0.02	6.66
81	81.14	<i>A. aurita</i>	30	0.05	66.84
81	81.14	<i>A. aurita</i>	40	0.02	52.51
81	81.14	<i>A. aurita</i>	65	0.02	223.15
81	81.14	<i>A. aurita</i>	80	0.02	414.32
81	81.14	<i>P. pileus</i>	5	0.03	0.11
81	81.14	<i>P. pileus</i>	6	0.08	0.34
81	81.14	<i>P. pileus</i>	7	0.17	0.80
81	81.14	<i>P. pileus</i>	8	0.12	0.64
81	81.14	<i>P. pileus</i>	9	0.13	0.82
81	81.14	<i>P. pileus</i>	10	0.02	0.11
82	82.15	<i>A. aurita</i>	55	0.03	271.29
82	82.15	<i>A. aurita</i>	60	0.02	175.80
82	82.15	<i>A. aurita</i>	110	0.02	1070.22
82	82.15	<i>P. pileus</i>	5	0.07	0.23
82	82.15	<i>P. pileus</i>	6	0.08	0.34
82	82.15	<i>P. pileus</i>	7	0.08	0.40
82	82.15	<i>P. pileus</i>	8	0.12	0.64
82	82.15	<i>P. pileus</i>	9	0.05	0.31
82	82.15	<i>P. pileus</i>	10	0.02	0.11
83	83.16	<i>A. aurita</i>	20	0.03	13.31
83	83.16	<i>A. aurita</i>	40	0.03	105.03
83	83.16	<i>A. aurita</i>	50	0.02	102.11
83	83.16	<i>A. aurita</i>	60	0.02	175.80
83	83.16	<i>A. aurita</i>	70	0.02	278.30
83	83.16	<i>A. aurita</i>	100	0.02	805.61
83	83.16	<i>A. aurita</i>	120	0.02	1387.03
83	83.16	<i>M. leidyii</i>	30	0.02	0.00
83	83.16	<i>P. pileus</i>	7	0.08	0.40
83	83.16	<i>P. pileus</i>	8	0.08	0.45
83	83.16	<i>P. pileus</i>	9	0.03	0.20
83	83.16	<i>P. pileus</i>	10	0.15	1.02
83	83.16	<i>P. pileus</i>	11	0.02	0.13
84	84.17	<i>A. aurita</i>	30	0.02	22.28
84	84.17	<i>A. aurita</i>	50	0.02	102.11
84	84.17	<i>A. aurita</i>	60	0.02	175.80
84	84.17	<i>A. aurita</i>	65	0.03	446.31
84	84.17	<i>A. aurita</i>	110	0.02	1070.22

84	84.17	<i>A. aurita</i>	115	0.02	1221.81
84	84.17	<i>M. leidyii</i>	45	0.02	-
84	84.17	<i>P. pileus</i>	6	0.02	0.07
84	84.17	<i>P. pileus</i>	7	0.18	0.88
84	84.17	<i>P. pileus</i>	8	0.13	0.73
84	84.17	<i>P. pileus</i>	9	0.23	1.43
84	84.17	<i>P. pileus</i>	10	0.08	0.57
85	85.18	<i>A. aurita</i>	30	0.02	31.83
85	85.18	<i>A. aurita</i>	35	0.02	50.39
85	85.18	<i>A. aurita</i>	40	0.02	75.02
85	85.18	<i>A. aurita</i>	90	0.02	840.75
85	85.18	<i>P. pileus</i>	5	0.10	0.32
85	85.18	<i>P. pileus</i>	6	0.05	0.19
85	85.18	<i>P. pileus</i>	7	0.21	1.02
85	85.18	<i>P. pileus</i>	8	0.29	1.56
85	85.18	<i>P. pileus</i>	9	0.12	0.73
86	86.19	<i>A. aurita</i>	30	0.02	26.74
86	86.19	<i>A. aurita</i>	40	0.02	63.02
86	86.19	<i>A. aurita</i>	60	0.02	210.96
86	86.19	<i>A. aurita</i>	80	0.02	497.18
86	86.19	<i>P. pileus</i>	6	0.10	0.41
86	86.19	<i>P. pileus</i>	8	0.02	0.11
86	86.19	<i>P. pileus</i>	9	0.02	0.12
86	86.19	<i>P. pileus</i>	10	0.02	0.14
87	87.2	<i>A. aurita</i>	20	0.03	9.98
87	87.2	<i>A. aurita</i>	30	0.03	33.42
87	87.2	<i>A. aurita</i>	60	0.03	263.70
87	87.2	<i>A. aurita</i>	65	0.03	334.73
87	87.2	<i>P. pileus</i>	6	0.05	0.20
87	87.2	<i>P. pileus</i>	7	0.18	0.84
87	87.2	<i>P. pileus</i>	8	0.15	0.82
87	87.2	<i>P. pileus</i>	9	0.03	0.15
87	87.2	<i>P. pileus</i>	10	0.05	0.34
88	88.21	<i>A. aurita</i>	45	0.03	149.19
88	88.21	<i>A. aurita</i>	50	0.03	204.21
88	88.21	<i>A. aurita</i>	110	0.03	2140.45
88	88.21	<i>P. pileus</i>	6	0.03	0.14
88	88.21	<i>P. pileus</i>	7	0.03	0.16
88	88.21	<i>P. pileus</i>	8	0.13	0.73
88	88.21	<i>P. pileus</i>	9	0.07	0.41

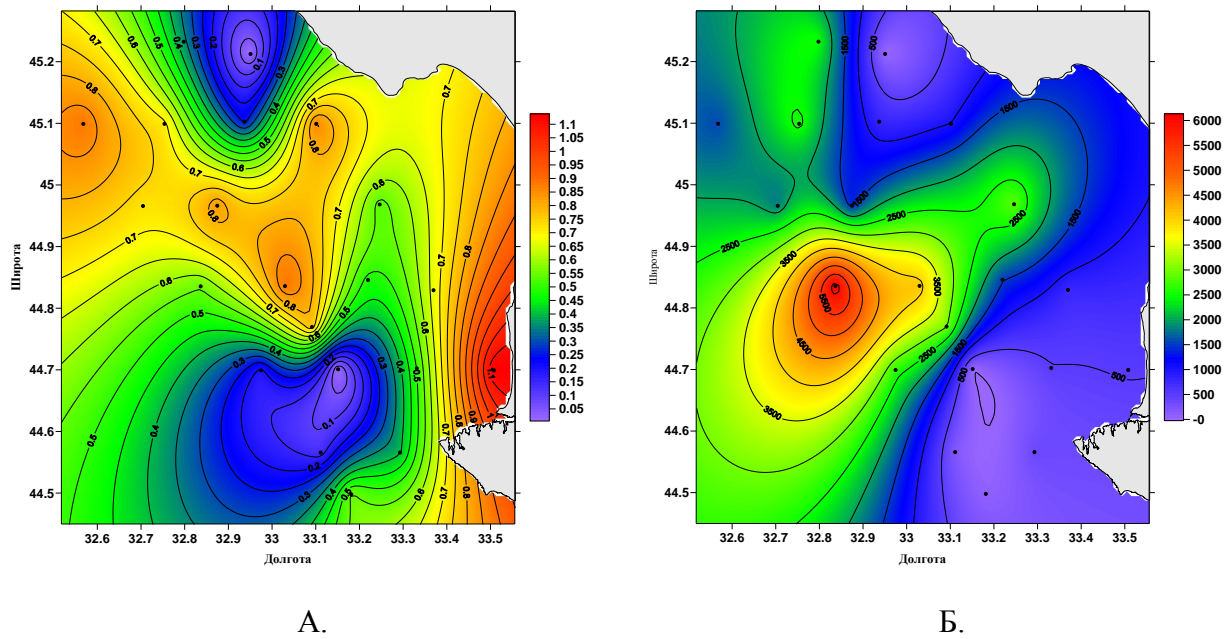


Рис.2.3 Распределение (А) - общей численности (экз/м³) и (Б) - биомассы— (мг/м³) желетелого макропланктона (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

При построении (рис.2.3) использованы все данные по макропланктону (таблица.2.4) т.е. учтены все виды. Поэтому, если рассмотреть эти виды индивидуально, по их стадиям развития, то выявляются как особенности генезиса водным масс, так и экологические различия между видами. Тепловодные медузы *A. aurita*, гребневики *M. leidy* и *B. ovata* обитают преимущественно над термоклином (Финенко и др.,2006). Холодноводный вид гребневиков *B. ovata* обитает под термоклином, образуя в дневное время плотные скопления на глубине 70-80 м (Игнатъев, 2010). В ночное время этот вид поднимается к поверхности под термоклин. В летнее время в открытом море такое распределение относительно стабильно, однако оно существенно трансформироваться в прибрежных районах (Мельников,2013). При возникновении апвеллинга в прибрежной зоне тепловодные виды уносятся в открытое море вместе с прогретыми водами верхнего квазиоднородного слоя, а холодноводные гребневики *P. pileus*, напротив, дают пик численности в зоне апвеллинга, что и наблюдалось на полигоне (рис. 2.4).

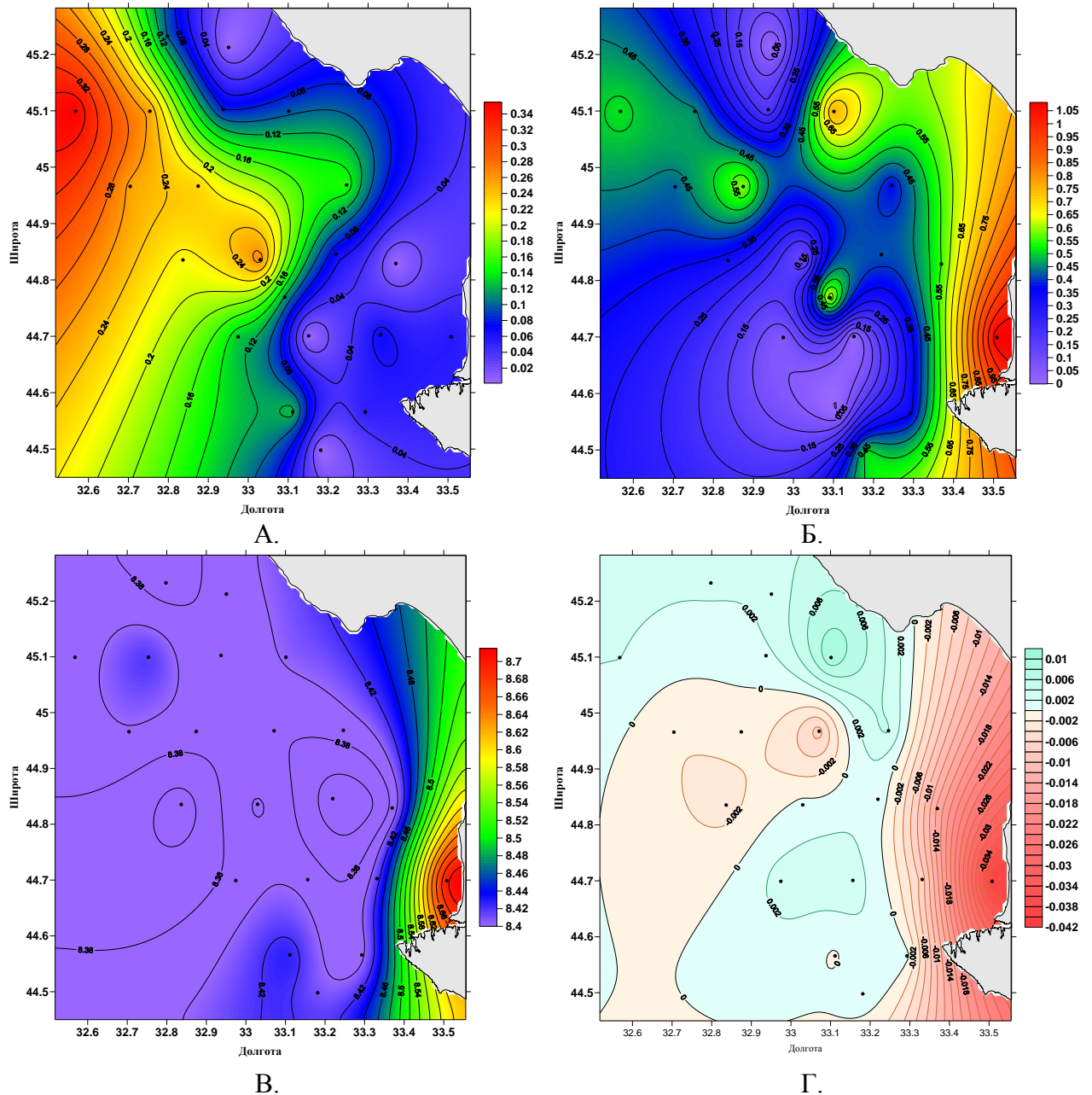


Рис.2.4. Численность (экз/м³) тепловодных медуз *A. aurita* (А.), холодноводных гребневиков *P. pileus* (Б.) в слое 0-50 м, рН (В) и горизонтальных градиентов температуры в слое 0-5 м, (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

Исследования в акватории Каламитского залива показали, что мелкие молодые тепловодные медузы *A. aurita* (10-30 мм), обитающие в теплом поверхностном слое, в случае возникновения продолжительного сгонного ветра уносятся с водной массой в открытое море (рис. 2.5 А) на расстояние 30-50 км от берега. Более крупные медузы совершают активные вертикальные перемещения и поэтому смещение их популяций в открытое море происходит не столь быстро. Основное ядро популяции сместилось от берега приблизительно на 20-25 км. (рис. 2.5 Б).

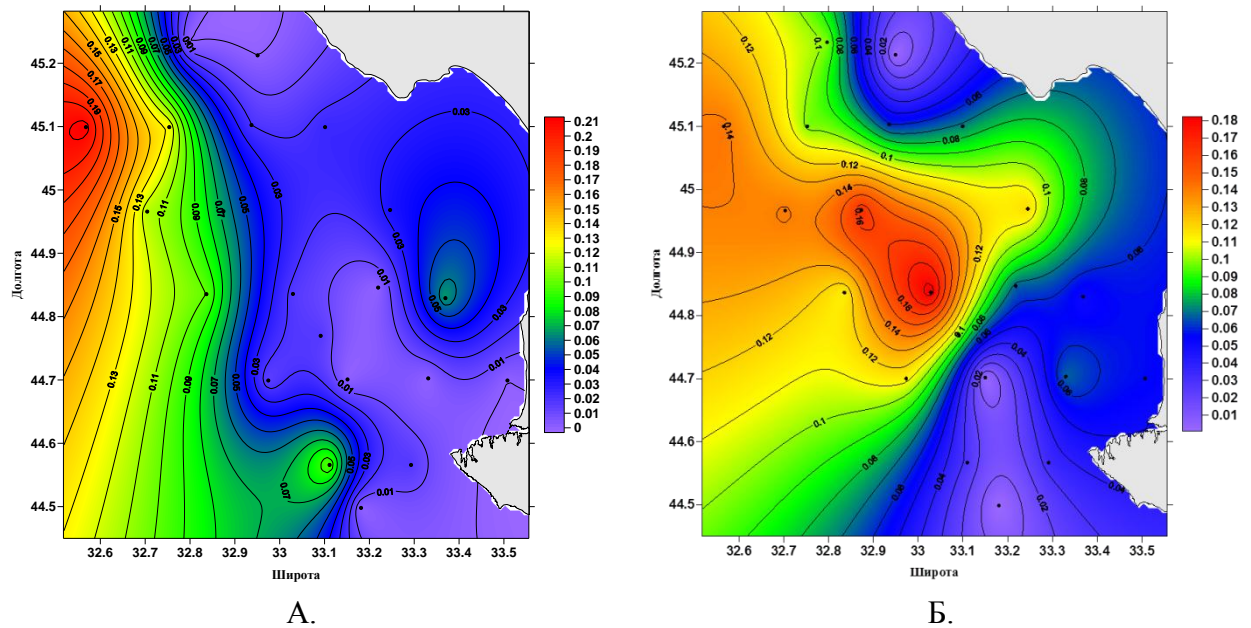


Рис. 2.5. Пространственное распределение различных размерных стадий медузы *A. aurita* (А. 10-30 мм; Б. 35-145 мм) (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

МАКРОЗООБЕНТОС.

Сбор проб бентоса проводили с помощью дночерпателя Петерсена (площадь захвата 0.1 м^2), на тех же станциях материал собирали геологической трубкой. На обследованных станциях отбирали по 2 дночерпательные пробы. Зоны, доступные для обследования, были выбраны в районах прежде служивших для добычи песка. Осадок, принесённый геологическими трубками, оказался настолько плотным, что пробы не подлежали количественному анализу. Однако, гидрографами установлено адекватность материала данным используемых навигационных карт: песок и битая ракушка. Макрофитобентос в районах сбора проб отсутствует.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Сильный шторм, предваривший экспедицию, создал, уникальный природный эксперимент, благодаря которому было показано, что в зоне подъема вод происходит стратификация планктонных организмов в зависимости от условий их обитания, стадий жизненного цикла и способностей к активному плаванию. Апвеллинг выносит к поверхности глубинные холодноводные виды (гребневик *P. pileus*), которые занимают область распространения тепловодных видов. Мелкие зоопланктеры с низкой способностью к активному перемещению, уносятся в открытое море с поверхностным слоем (Анинский и др., 2011).

Макропланктон в районе исследований был представлен одним видом медуз – *Aurelia aurita* (L.) и 3 видами гребневиков *Mnemiopsis leidy* (Agassisi); *Pleurobrachia pileus* O. Muller и *Beroe ovata* Mayer. По всей акватории полигона повсеместно доминировали медуза *A. aurita* (99,87 % от общей биомассы желетельных); по численности доминировали плевробрахия (73,89 %) и аурелия (26,11 %). Суммарная относительная биомасса гребневиков-вселенцев в среднем составляла 1%.

Глава 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРОВ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЙ НА ПОЛИГОНЕ ПРИБОРОМ ИСТ-1М

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

В экспедиции использовали измеритель скорости ИСТ-1М (Греков, Алексеев, 2008; Греков, 2009; Греков; Греков, 2010; Греков и др., 2013) (рис. 3.1), предназначенный для измерений скорости и направления течений, температуры, скорости звука и глубины. ИСТ-1М прибор нового поколения, принцип действия которого основан на выделении и расчете разности времен прохождения двух встречных акустических сигналов, распространяющихся вдоль потока воды. Характеристики измерительного канала температуры воды: от -2 до $+35$ °С, с границей допустимой случайной абсолютной погрешности $\pm 0,01$ °С. Характеристики измерительного канала скорости течения соответствуют диапазону измерений от $0,004$ до 5 м·с⁻¹, с границами допустимой относительной погрешности $\pm 0,5\%$. Прибор производит измерения, первичную обработку, представление первичных данных на дисплее, формирование и запись данных для хранения в модуле памяти емкостью не менее 8 Мбит и осуществляет передачу данных в ПЭВМ.



Р и с. 3.1. Внешний вид погружной части прибора ИСТ-1М.

На полигоне (см. Введение, рис.1.), проводились измерения, и было выполнено 22 станции, на которых прибор ИСТ-1М погружали и опускали на максимально возможную

глубину, используя при этом интеграционный метод измерения скорости и направления течения. Информация о скорости и направлении течения записывалась в бортовой блок прибора с частотой 1 Гц. Данные, полученные прибором ИСТ-1М, представлены в Таблице.3.1.

Таблица.3.1. Объем материала ИСТ-1М: Скорость и направления течения (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

№	N Ст.	Координаты		глубина, (м)	Скорость, Направления течения		Дата	Время (час)	Т°С
		широта	долгота						
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	68	44.29.93	33.10.81	10	0,84	263	08.06.16	10:30:05	11,69
2	69	44.34.00	33.06.60	10	0,17	161	08.06.16	12:25:05	18,7
3	70	44.42.00	32.58.40	10	0,56	195	08.06.16	14:10:03	11,7
4	71	44.50.10	32.50.40	10	0,29	66	08.06.16	16:55:02	19,51
5	72	44.58.00	32.42.20	10	0,9	186	08.06.16	18:10:02	19,68
6	73	45.06.00	32.34.00	10	0,53	346	08.06.16	19:32:00	19,68
7	74	45.06.00	32.45.15	10	0,73	194	08.06.16	21:30:00	19,3
8	75	44.58.30	32.52.40	10	0,77	336	08.06.16	23:30:00	19,57
9	76	44.50.20	33.01.70	10	0,61	338	09.06.16	01:30:00	13,3
10	77	44.42.10	33.09.30	10	0,31	325	09.06.16	07:50:00	16,7
11	78	44.34.00	33.17.50	10	0,46	349	09.06.16	09:05:00	17,57
12	79	44.42.00	33.30.40	10	0,27	283	09.06.16	11:20:00	16,67
13	80	44.42.20	33.19.80	10	0,72	160	09.06.16	12:58:00	18,1
14	81	44.49.80	33.22.10	10	0,27	174	09.06.16	15:00:00	18,74
15	82	44.50.80	33.13.10	10	0,59	352	09.06.16	16:20:00	18,19
16	83	44.58.15	33.14.70	10	0,55	346	09.06.16	18:05:00	15,15
17	84	44.58.10	33.04.20	10	0,22	348	09.06.16	19:45:00	15,72
18	86	45.06.00	33.06.00	10	0,48	334	10.06.16	08:00:00	18,86
19	87	45.12.80	32.56.97	10	0,09	92	10.06.16	10:00:00	17,38
20	88	45.14.00	32.47.80	10	0,26	102	10.06.16	11:30:00	17,72
21	85	45.06.00	33.06.00	10	0,06	152	10.06.16	12:45:00	19,01

Учитывая большую пространственно-временную изменчивость гидрофизических полей на полигоне, а также значительный ветровой дрейф судна, дополнительно прибором проводились измерения скорости и направления течения на некоторых горизонтах, что позволило контролировать ошибки измерения. Средняя величина времени зондирования на станции составляла 10 мин. Во время проведения измерения информация о сносе судна на станциях фиксировалась на GPS-трекере «Garmin».

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Для режима, описанного в разделе «МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА» работы GPS-трекера, по утверждению многих авторов, величина погрешности измерения скорости

сноса судна в среднем составляет 0,05 м/с. Например, средняя величина сноса судна на станции № 81 между точками А и В составляла 340 м (рис. 3.2).

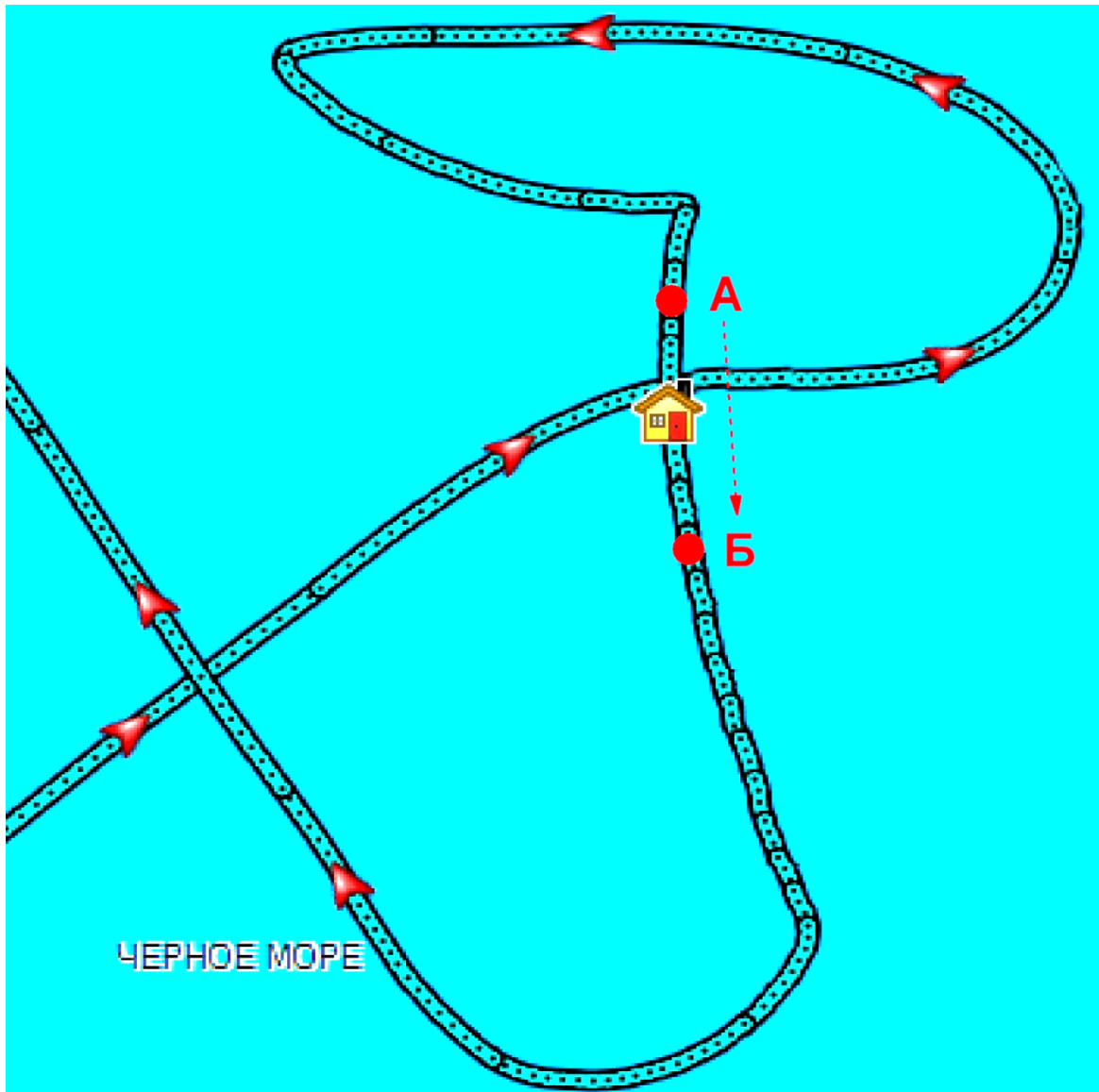


Рис. 3.2. Подход судна к станции и снос судна во время измерений.

Вопрос разделения сноса судна от ветра и поверхностного течения остается открытым. Поэтому полученные вертикальные распределения скорости и направления течения являются относительными параметрами в приповерхностном слое, где базовой точкой является судно (рис.3.3). Ниже днища судна вертикальные распределения скорости и направления течения являются абсолютными значениями.

После обработки результатов измерений, полученных на полигоне для всех 22 станций, построена карта поля течений (рис. 3.4). Распределение векторов течений относится к глубинам 10 м. Поле течений на этой глубине указывает на его вихревой характер и связано с гидрологическими и метеорологическими условиями данного

района, описанными в предыдущих разделах отчета. В частности, хорошо виден сгонный характер течений в области прибрежного апвеллинга в юго-восточной части полигона.

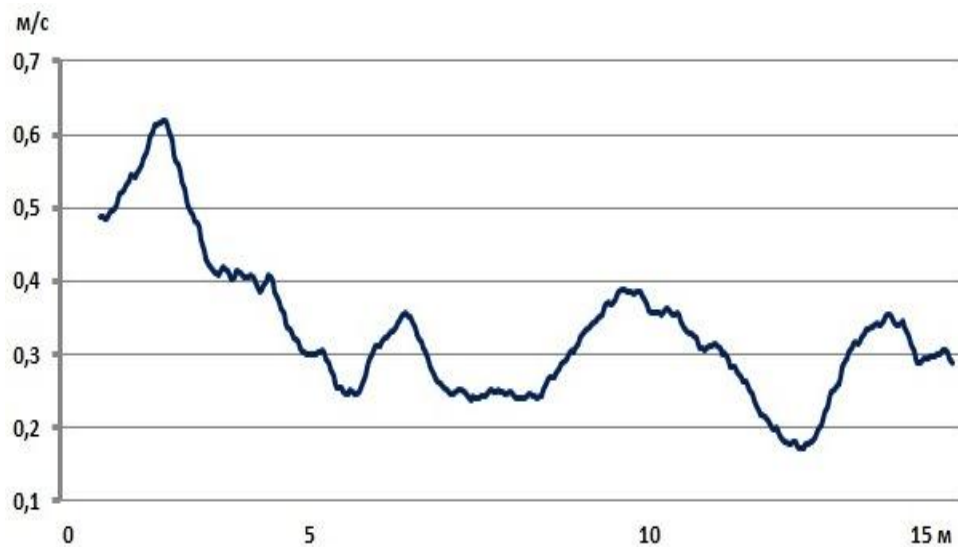


Рис. 3.3. Вертикальный разрез скорости течения на станции № 81.

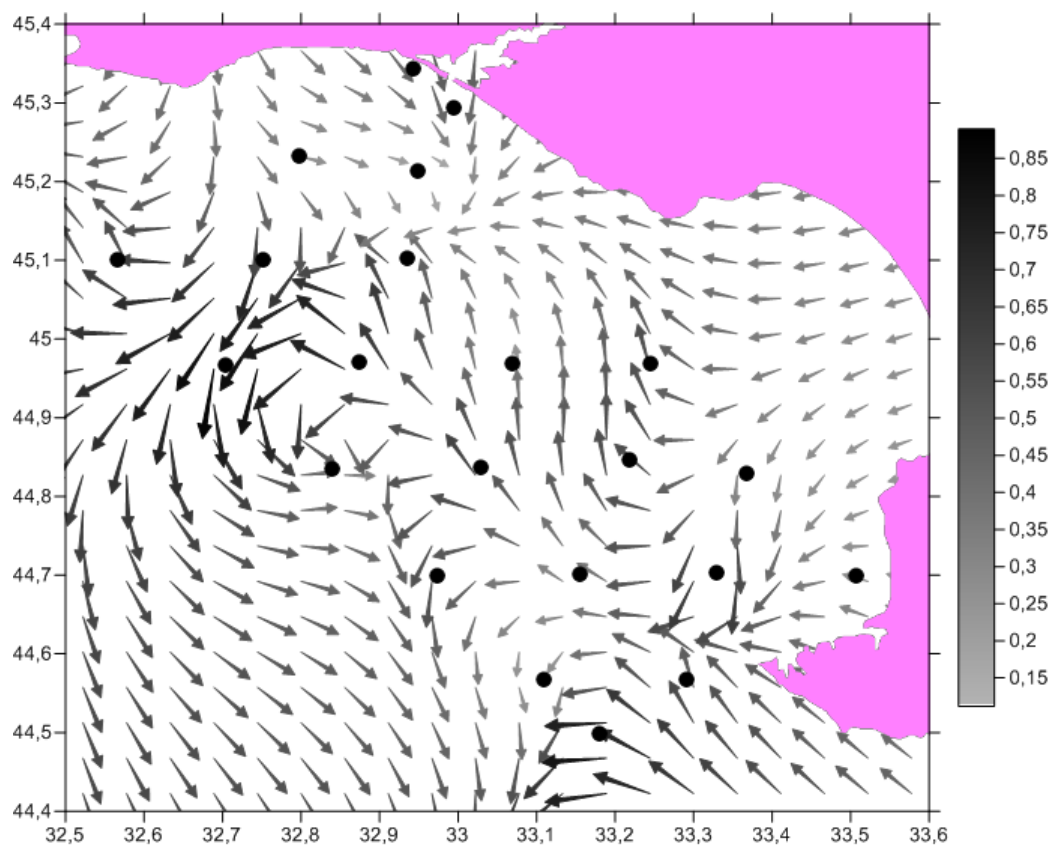


Рис. 3.4. Поле течений на глубине 10 м на полигоне.

Прибор ИСТ-1М ускоряет контроль качества данных и существенно расширяет возможности решения задач оперативной океанографии и может быть использован для

экспрессных мониторинговых исследований. Использование ИСТ- 1м в экспедиционных исследованиях позволили выявить аномалии температуры, скорости течения и скорости звука, связанные с локальной гидродинамикой и вод с пониженной солёностью. Апробация новых методов изучения морской среды, испытание нового аппаратного комплекса: ИСЗ-1, созданного в ИПТС РАН, на борту ГС «Донузлав», существенным образом расширит возможности океанографических работ, проводимых в экспедиционных условиях.

Приложение

Таблица.3.2. Объем материала STD: Температура (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

№	№ ст.	Координаты		Дата	Время (час)	Глубина (м)	Температура		
		широта	долгота				max	min	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	08.06.16	10:30:05	1-112	19.22	8.42	13.82
2	69	44.34.00	33.06.60	08.06.16	12:25:05	1-104	18.92	8.37	13.64
3	70	44.42.00	32.58.40	08.06.16	14:10:03	1-117	18.71	8.5	13.60
4	71	44.50.10	32.50.40	08.06.16	16:55:02	1-118	19.93	8.53	14.23
5	72	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:10:02	1-94	20.09	8.54	14.32
6	73	45.06.00	32.34.00	08.06.16	19:32:00	1-73	19.78	8.54	14.16
7	74	45.06.00	32.45.15	08.06.16	21:30:00	1-75	19.38	8.53	13.96
8	75	44.58.30	32.52.40	08.06.16	23:30:00	1-92	19.69	8.62	14.16
9	76	44.50.20	33.01.70	09.06.16	01:30:00	1-105	18.82	8.37	13.60
10	77	44.42.10	33.09.30	09.06.16	07:50:00	1-45	19.04	8.63	13.84
11	78	44.34.00	33.17.50	09.06.16	09:05:00	1-45	17.71	9.18	13.44
12	79	44.42.00	33.30.40	09.06.16	11:20:00	1-42	19.29	9.94	14.62
13	80	44.42.20	33.19.80	09.06.16	12:58:00	1-81	19.51	8.38	13.95
14	81	44.49.80	33.22.10	09.06.16	15:00:00	1-72	19.72	8.49	14.11
15	82	44.50.80	33.13.10	09.06.16	16:20:00	1-92	19.36	8.57	13.96
16	83	44.58.15	33.14.70	09.06.16	18:05:00	1-71	20.09	8.57	14.33
17	84	44.58.10	33.04.20	09.06.16	19:45:00	1-87	19.76	8.64	14.20
18	85	45.06.00	33.06.00	10.06.16	08:00:00	1-60	19.12	8.79	13.95
19	86	45.06.20	32.56.15	10.06.16	10:00:00	1-78	19.61	8.59	14.1
20	87	45.12.80	32.56.97	10.06.16	11:30:00	1-42	19.6	9.05	14.32
21	88	45.14.00	32.47.80	10.06.16	12:45:00	1-46	19.76	8.97	14.37

Таблица.3.3. Объем материала STD: Солёность (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

№	№ ст.	Координаты		Дата	Время (час)	Глубина, (м)	Солёность		
		широта	долгота				max	min	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	08.06.16	10:30:05	1-112	19.72	17.31	18.51

2	69	44.34.00	33.06.60	08.06.16	12:25:05	1-104	19.82	17.94	18.88
3	70	44.42.00	32.58.40	08.06.16	14:10:03	1-117	20.22	17.40	18.81
4	71	44.50.10	32.50.40	08.06.16	16:55:02	1-118	20.19	17.96	19.07
5	72	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:10:02	1-94	19.27	17.79	18.53
6	73	45.06.00	32.34.00	08.06.16	19:32:00	1-73	18.79	17.77	18.28
7	74	45.06.00	32.45.15	08.06.16	21:30:00	1-75	18.68	17.653	18.167
8	75	44.58.30	32.52.40	08.06.16	23:30:00	1-92	19.38	17.925	18.651
9	76	44.50.20	33.01.70	09.06.16	01:30:00	1-105	19.79	17.497	18.643
10	77	44.42.10	33.09.30	09.06.16	07:50:00	1-45	18.32	17.797	18.056
11	78	44.34.00	33.17.50	09.06.16	09:05:00	1-45	18.25	17.738	17.994
12	79	44.42.00	33.30.40	09.06.16	11:20:00	1-42	18.26	17.628	17.943
13	80	44.42.20	33.19.80	09.06.16	12:58:00	1-81	18.74	17.914	18.326
14	81	44.49.80	33.22.10	09.06.16	15:00:00	1-72	18.54	17.872	18.205
15	82	44.50.80	33.13.10	09.06.16	16:20:00	1-92	19.37	17.941	18.657
16	83	44.58.15	33.14.70	09.06.16	18:05:00	1-71	18.73	17.767	18.249
17	84	44.58.10	33.04.20	09.06.16	19:45:00	1-87	19.12	17.890	18.505
18	85	45.06.00	33.06.00	10.06.16	08:00:00	1-60	18.42	17.840	18.129
19	86	45.06.20	32.56.15	10.06.16	10:00:00	1-78	18.70	17.879	18.290
20	87	45.12.80	32.56.97	10.06.16	11:30:00	1-42	18.26	17.680	17.968
21	88	45.14.00	32.47.80	10.06.16	12:45:00	1-46	18.22	17.639	17.930

Таблица.3.4. Объем материала STD: Плотность (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

№	№ ст.	Координаты		Дата	Время (час)	Глубина, (м)	Плотность		
		широта	долгота				max	min	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	08.06.16	10:30:05	1-112	15.23	11.94	13.58
2	69	44.34.00	33.06.60	08.06.16	12:25:05	1-104	15.30	12.09	13.7
3	70	44.42.00	32.58.40	08.06.16	14:10:03	1-117	15.61	12.17	13.89
4	71	44.50.10	32.50.40	08.06.16	16:55:02	1-118	15.59	11.93	13.76
5	72	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:10:02	1-94	14.87	11.82	13.34
6	73	45.06.00	32.34.00	08.06.16	19:32:00	1-73	14.49	11.76	13.13
7	74	45.06.00	32.45.15	08.06.16	21:30:00	1-75	14.43	11.98	13.20
8	75	44.58.30	32.52.40	08.06.16	23:30:00	1-92	14.96	11.94	13.45
9	76	44.50.20	33.01.70	09.06.16	01:30:00	1-105	15.28	12.02	13.65
10	77	44.42.10	33.09.30	09.06.16	07:50:00	1-45	14.13	12.05	13.09
11	78	44.34.00	33.17.50	09.06.16	09:05:00	1-45	14.02	12.37	13.19
12	79	44.42.00	33.30.40	09.06.16	11:20:00	1-42	13.90	12.16	13.03
13	80	44.42.20	33.19.80	09.06.16	12:58:00	1-81	14.48	12.01	13.24
14	81	44.49.80	33.22.10	09.06.16	15:00:00	1-72	14.31	11.96	13.14
15	82	44.50.80	33.13.10	09.06.16	16:20:00	1-92	14.96	12.01	13.49
16	83	44.58.15	33.14.70	09.06.16	18:05:00	1-71	14.46	11.92	13.19
17	84	44.58.10	33.04.20	09.06.16	19:45:00	1-87	14.76	11.95	13.35
18	85	45.06.00	33.06.00	10.06.16	08:00:00	1-60	14.19	11.99	13.09
19	86	45.06.20	32.56.15	10.06.16	10:00:00	1-78	14.43	11.94	13.18

20	87	45.12.80	32.56.97	10.06.16	11:30:00	1-42	14.04	11.85	12.94
21	88	45.14.00	32.47.80	10.06.16	12:45:00	1-46	14.02	11.77	12.9

Таблица.3.5. Объем материала СТД: Скорость звука (Каламитский залив, 8-10.06.2016).

№	№ ст.	Координаты		Дата	Время (час)	Глубина, (м)	Скорость звука		
		широта	долгота				max	min	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	68	44.29.93	33.10.81	08.06.16	10:30:05	1-112	1500.20	1464.67	1482.44
2	69	44.34.00	33.06.60	08.06.16	12:25:05	1-104	1499.36	1464.54	1481.95
3	70	44.42.00	32.58.40	08.06.16	14:10:03	1-117	1498.76	1464.77	1481.77
4	71	44.50.10	32.50.40	08.06.16	16:55:02	1-118	1502.44	1465.3	1483.87
5	72	44.58.00	32.42.20	08.06.16	18:10:02	1-94	1502.85	1465.35	1484.10
6	73	45.06.00	32.34.00	08.06.16	19:32:00	1-73	1501.79	1465.54	1483.66
7	74	45.06.00	32.45.15	08.06.16	21:30:00	1-75	1500.89	1465.35	1483.14
8	75	44.58.30	32.52.40	08.06.16	23:30:00	1-92	1501.80	1465.71	1483.76
9	76	44.50.20	33.01.70	09.06.16	01:30:00	1-105	1499.06	1464.57	1481.82
10	77	44.42.10	33.09.30	09.06.16	07:50:00	1-45	1499.81	1465.08	1482.45
11	78	44.34.00	33.17.50	09.06.16	09:05:00	1-45	1495.68	1467.11	1481.4
12	79	44.42.00	33.30.40	09.06.16	11:20:00	1-42	1500.77	1469.93	1485.35
13	80	44.42.20	33.19.80	09.06.16	12:58:00	1-81	1501.18	1464.78	1482.98
14	81	44.49.80	33.22.10	09.06.16	15:00:00	1-72	1501.82	1464.94	1483.38
15	82	44.50.80	33.13.10	09.06.16	16:20:00	1-92	1500.68	1465.28	1482.98
16	83	44.58.15	33.14.70	09.06.16	18:05:00	1-71	1502.95	1465.63	1484.29
17	84	44.58.10	33.04.20	09.06.16	19:45:00	1-87	1501.91	1465.27	1483.59
18	85	45.06.00	33.06.00	10.06.16	08:00:00	1-60	1499.89	1466.03	1482.96
19	86	45.06.20	32.56.15	10.06.16	10:00:00	1-78	1501.49	1465.49	1483.49
20	87	45.12.80	32.56.97	10.06.16	11:30:00	1-42	1501.24	1466.57	1483.91
21	88	45.14.00	32.47.80	10.06.16	12:45:00	1-46	1501.7	1466.31	1484.00

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные исследования Российского Географического Общества и Гидрографической службы Черноморского Флота в 64-м рейсе ГС «Донузлав» послужат фундаментальной основой:

1. для разработки мероприятий и рекомендаций по сохранению и воспроизводству биологических и экологических ресурсов;
2. для проведения обоснованных природоохранных мероприятий с одновременным гидрохимическим и гидробиологическим контролем,
3. информационного обеспечения регионального мониторинга (БД), направленного на поддержание стабильности экосистемы черноморского шельфа РФ,
4. для внедрения оригинальных технических методов с целью диагностики функционирования различных звеньев черноморской экосистемы.

Систематизация полученных данных и их совместный анализ с архивным материалом позволит получить обоснованные оценки тенденций в изменении климата, биологического разнообразия и мелиоративного потенциала экосистемы Чёрного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киселевич К. А.* Жизнь южнорусских морей (зоо-географический очерк) // Рыбное хозяйство. Книга I. 1922 – С. 25-57.
2. *Зернов С. А.* Первый (предварительный) отчет по исследованию рыболовства Таврической Губернии. – Симферополь: Типография Спири, 1902.-25 с.
3. *Зернов С. А.* Второй (предварительный) отчет по исследованию рыболовства Таврической Губернии. – Севастополь: Типография Спири, 1903.-39 с.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: в 4 т. / СПб.: Гидрометиздат, 1991. Т. 4: Черное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. 430 с.
5. *Водяницкий В. А.* О естественноисторическом районировании Черного моря и в частности у берегов Крыма // Тр. Севастопольской биол. Станции. Изд. Акад. Наук СССР. М-Л- 7.- 1949. - С. 249-255.
6. *Загородняя Ю. А., Морякова В. К.* Зоопланктон как кормовая база промысловых пелагических рыб //Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Глава 8., 2011 с.257-270
7. *Болтачева Н. А., Колесникова Е.А., Мазлумян С.А., Ревков Н. К.* Влияние добычи песка на разнообразие макрозообентоса лимана Донузлав (западное побережье Крыма.) // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) - Севастополь, 2003 – гл.5 Бентос . – С. 283-288
8. *Ковалёв А. В., Скрябин В.А. Островская, Н. А., Загородняя Ю. А.* Состояние зоопланктона как кормовой базы рыб в Чёрном море.) // Современное состояние ихтиофауны Чёрного моря. _Севастополь, 1996.- с.131-152.
9. *Ковалев А. В.* Краткая история изучения разнообразия зоопланктона // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. - Гл. 2., 2003. – С. 43 - 44.
10. *Финенко Г. А. Аболмасова Г. И., Романова З.М.А., Дацик Н.М.А., Аннинский Б. Е.* Современное состояние популяции гребневиков *Mnemiopsis leidyi* как пищевых конкурентов промысловых рыб в прибрежных районах крымского побережья Чёрного моря рыб //Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Глава 9. Оценка состояния мелких пелагических рыб и их кормовой базы по физиолого-биохимическим показателям. Севастополь, 2011 - с.271-276.
11. *Аннинский Б. Е, Аболмасова Г. И., Дацик Н. А.* Выедание зоопланктона медузой *Aurelia aurita* L. В Чёрном море//Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Глава 9. Оценка состояния мелких пелагических рыб и их кормовой базы по физиолого-биохимическим показателям. Севастополь, 2011 - с.276-283.
12. *Mazlumyan S.* The model of sustainable development of marine near-shore ecosystem mope // Seventh Plenary Meeting and Field Trip of IGCP-521 “Black Sea - Mediterranean corridor during the last 30 ky: Sea level change and human adaptation”” - INQUA 0501 “Caspian-Black Sea-Mediterranean Corridor during last 30 ky: Sea level change and human adaptive strategies”, Odessa, Ukraine, 27August-5 October 2011 p.135-136
13. *Воскресенская Е. Н., Стефанович А. А.* Анализ климатических изменений прибрежныхрегионов Средиземного и Чёрного морей. // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2016. Вып. 3(23). С. 95–99.
14. *Иванов В. А., Михайлова В. Н* Апвеллинг в Черном море // АН Украины, Морской гидрофизический институт . – Севастополь, 2008.
15. *Снежинский В.А.* Практическая океанография. // - М.-Л.: Гидрометеиздат, 1954. - 672 с.

16. *Блатов А. С., Иванов В. А.* Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря (на примере Южного берега Крыма). // АН Украины. Морской гидрофизический институт. – Киев : Наук. Думка, 1992. – 244 с. 136,
17. *В. А. Иванов, В. Н. Белокопытов* Океанография Черного моря // АН Украины, Морской гидрофизический институт. – Севастополь, 2011
18. Океанографічний Атлас Чорного та Азовського морів. – К.: ДУ «Держгідрографія», 2009. – 356 с.
19. <http://podaac.jpl.nasa.gov/>
20. *Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F.* (2006), World Map of Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15, 3, p. 259-263.
21. *Peel M. C., Finlayson B.L., and McMahon T.A.* (2007), Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst., Sci., 11, P. 1633-1644.
22. *Г.А.Финенко, З.А. Романова, Г.И. Аболмасова* [и др.] Состояние желетелого макрозоопланктона в шельфовой зоне Крымского побережья Чёрного моря в 2009 – 2010 гг. // Морской экол. журн. 2012. Т. 11. № 3. С. 17–24.
23. *Мельников В.В., Игнатъев С.М.* Желетельный макропланктон // Геологические, геоэкологические, гидроакустические, гидроэкологические исследования шельфа и континентального склона украинского сектора Черного моря / под. ред. А.Ю. Митропольского. К., 2013. С 111–116.
24. Состояние ихтио-, микро- и макропланктонного комплексов Черного моря в районе Крымского полуострова в июле 2013 г. / В.В. Мельников, Т.Н. Климова, С.М. Игнатъев [и др.] // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2015. Вып. 1(21). С. 94–102.
25. *Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И.* [и др.] Гребневики-вселенцы и их роль в трофодинамике планктонного сообщества прибрежных районов Черного моря (Севастопольская бухта) // Океанология. 2006. Т. 46. Вып. 4. С. 507–517.
26. *Beamish R.J., H.H. Harvey.* Acidification of the LaCloche Mountain Lakes, Ontario and resulting fish mortalities// J. Fisheries Research Board of Canada. 1972. Vol. 29, pp. 1131-1143.
27. *Henriksen A.* Acidification of freshwaters a large scale titration // Ecological impact of acid precipitation. Proceedings of an international conference, Sandefjord, Norway, March 1980, pp. 68-74.
28. *Muniz I.P., Leivestad H.* Langtidseksposering av fish til surt vann. Forsok med bekkeroye *Salvelinus fontinalis* Mitchili. SNSFIR 44/79, 1979. Oslo, 32 p.
29. *Греков А.Н., Алексеев С.Ю.* Акустический измеритель скорости и направления течения ИСТ-1М речного и морского назначения // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАНУ, 2008. – С. 77–82.
30. *Греков А.Н.* Результаты натурных испытаний измерителя скорости и направления течения ИСТ-1М // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАНУ, 2009. – С. 42–48.
31. *Греков А.Н., Греков Н.А.* Измерители скорости течений для морских и речных условий ИСТ-1 и ИСТ-1М // Морской гидрофизический журнал. – Севастополь. – 2010. – № 2. – С. 77–84.
32. *Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н.* Исследование метрологических характеристик акустического канала скорости течения приборов ИСТ-1 и ИСТ-1М // Метрологія та прилади. – Одеса. – 2013. – № 2 (40). – С. 75–79.