

П.Д.Ломакин*, А.А.Саркисов**, В.П.Усенко***

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

***Государственное Гидрографическое предприятие, г.Севастополь*

****Институт геологических наук НАН Украины, г.Киев.*

**ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕЧЕНИЙ, ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ И РЕЛЬЕФА ДНА
МЕЖОСТРОВНОЙ ЗОНЫ АРХИПЕЛАГА АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА
(МЕСТО РАСПОЛОЖЕНИЯ УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ
СТАНЦИИ «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ»)**

Описаны особенности локальных течений, ледовой обстановки и рельефа дна межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва. Показано, что для исследуемой акватории типичны слабые течения, включающие приливную, суточную и полусуточную, а также непериодические, ветровую и компенсационную, составляющие. Плотные поля битого льда и айсбергов, характерные для летнего сезона, представляют собой реальную навигационную угрозу при плавании в исследуемом регионе. Система фиордов различного масштаба – типичный признак структуры донного рельефа.

В экспериментальной океанологии существуют сложные, а порою и практически неразрешимые задачи, связанные с технологией проведения исследований в Арктических и Антарктических широтах Мирового океана. Эти регионы, как известно, отличаются тяжелыми погодными условиями, присутствием ледовых полей, сложным рельефом дна. Аналогичные условия типичны для района Антарктического п-ова, где на архипелаге Аргентинские о-ва находится украинская антарктическая станция «Акад. Вернадский».

Первые попытки проведения комплексных океанографических исследований в районе станции, предпринятые в ходе Первой украинской антарктической экспедиции, показали, что, например, система течений (вертикальная кинематическая структура) не может быть исследована традиционными методами, предполагающими постановку буйковых станций с регистраторами течений на заданных горизонтах. Этому препятствуют плотные поля плавучего льда и айсбергов, которые типичны для времени проведения наблюдений (март – апрель).

В связи с этим, были разработаны специальные методические приемы, суть которых заключалась в размещении регистраторов течений на придонных установках таким образом, чтобы они покрыли островные склоны в достаточно широком диапазоне глубин.

В условиях сложного рельефа дна, резко изменяющихся ветровых условий, видимости и ледовой обстановки необходима была аппаратура, которая могла бы обеспечить точный и оперативный промер дна с целью выбора площадок для постановки придонных устройств с самописцами течений. Такая аппаратура также должна была быть достаточно легкой и компактной для ее использования с катера типа «Зодиак» – единственного надежного плавучего средства, используемого в Антарктике при передвижении в поле битого льда и айсбергов. Из отечественных промерных средств был выбран,

компьютеризированный промерный комплекс (КПК [1]), позволяющий также оперативно, на ходу судна, извлекать информацию о течениях во время выполнения гидрографических работ.

Исходные данные, методы обработки и анализа. Кроме сведений, полученных при помощи КПК, для анализа течений были использованы реализации наблюдений за течениями на поверхности океана и в придонных слоях (глубины от 2 до 70 м). В настоящее время имеется 24 таких реализации продолжительностью от 5 ч до 20 сут и дискретностью от 5 до 15 мин. Время наблюдений – конец летнего сезона Южного полушария, с февраля по апрель. Наблюдениями над течениями охвачены практически все, доступные в навигационном отношении и важные в практическом плане участки исследуемой акватории: подходы к о-ву Галиндез, где расположена станция «Акад. Вернадский»; якорные стоянки; каналы Мик и Французский; пролив Пенола. Ряды наблюдений были подвергнуты спектральному и дисперсионному анализам. Анализ особенностей структуры рельефа дна был выполнен на основе данных массовых промеров, реализованных на основе использования как традиционных гидрографических промерных комплексов, так и КПК.

Обсуждение результатов. Анализ графиков спектральной плотности модуля течений и его компонент, а также спектров колебаний термохалинных параметров среды выявил их полную идентичность. Все они содержат два основных энергонесущих пика, соответствующие 12 и 24 ч, на которые приходится примерно 50 – 70 % суммарной дисперсии, а также 6-ти ч пик [2]. То есть приливно-отливные явления – наиболее значимый фактор среды, который вызывает изменчивость ее гидрофизических свойств на временном масштабе от нескольких суток до нескольких недель.

Также отмечено, что приливные течения и генерируемые ими турбулентные токи не разрушали типичную для исследуемого региона слабую, вертикальную стратификацию термохалинного поля. Этот факт свидетельствует об относительно слабой интенсивности приливно-отливных течений в районе Аргентинских о-вов, что нашло подтверждение данными инструментальных измерений.

Особенностью вертикальной кинематической структуры вод межостровной зоны является ее двусложность с характерными признаками в верхнем (до скачка плотности) слое и в придонных водах. Остаточные течения в этих слоях существенно различались как по скорости, так и по направлению. Это дает основание считать, что вертикальная кинематическая структура остаточных течений в исследуемом районе, как и структура термохалинного поля, двухслойна.

В верхнем слое вод преобладали остаточные течения с наибольшей повторяемостью скорости 4 – 6 см/с, направления которых соответствовали направлению ветра. В придонном слое остаточные течения, как правило, были слабее по сравнению с течениями верхнего слоя. Их скорость не превышала 2 – 4 см/с, а направление было противоположным направлению потока в верхнем слое. Это дает основание полагать, что в исследуемом районе наблюдались сгонно-нагонные явления с дрейфовой компонентой остаточного течения в верхнем слое вод и противоположно направленным потоком компенсационной природы в придонном слое. Этот вывод соответству-

ет сведениям, приведенным в [3], которые были получены при помощи косвенных методов наблюдения за течениями.

Интересные данные о течениях были зафиксированы в Четвертой экспедиции (февраль – март 2002 г.), когда наблюдения производились в условиях плотного поля плавучего льда, сплоченность которого во время экспериментальных исследований была не менее 8 – 9 баллов. При этом скорость суммарных и остаточных течений оказалась в несколько раз меньшей, а параметры приливо-отливных составляющих системы течений исследуемой акватории остались без существенных изменений по сравнению с ситуацией, когда межостровная зона относительно свободна от плавучего льда и айсбергов.

Данная закономерность подтверждает вывод, сделанный выше, что непериодические течения верхнего слоя вод в районе архипелага Аргентинские о-ва имеют преимущественно ветровую природу.

В условиях плотного покрова плавучего льда, в феврале 2002 г. удалось получить эпюру скорости приливного течения. Ее вид оказался близким к ожидаемому классическому представлению, с минимумами у дна и в слое непосредственно под нижней кромкой льда, величиною в несколько см/с, и максимумом на промежуточных горизонтах, порядка 10 см/с.

Скорости приливных и остаточных течений небольшие и не превышают, как правило, нескольких см/с. Максимальные, зафиксированные инструментально за все время наблюдений, скорости суммарного течения составляют около 17 – 18 см/с.

Анализ годографов векторов приливных течений, которые были отфильтрованы из реализаций фактических наблюдений, позволил выявить тип приливных течений и направления распространения приливных волн. В исследуемом районе обе приливные волны генерируют как реверсивные, так и эллиптические приливные течения. По имеющимся данным эллиптические приливные течения наблюдались чаще, чем реверсивные. Реверсивный характер приливных течений отмечен в узкостях (в частности, в канале Мик). На более или менее открытых участках и в широком проливе Пенола годографы приливных течений как суточной, так и полусуточной приливных составляющих представляли собой эллипсы.

Большие оси эллипсов и годографы реверсивных течений полусуточной приливной составляющей ориентированы в направлении север – северо-запад – юг – юго-восток. Соответствующие линии годографов суточных приливных течений были развернуты к западу. Угол между этими характеристиками для суточной и полусуточной компонент не превышал 15 – 20° [2, 4].

Котидальные карты, представленные в [5], которые были получены на теоретической основе, указывают на то, что исследуемый район (западный шельф Антарктического п-ова) подвержен влиянию системы двух приливных волн. Волны имеют полусуточный и суточный периоды. При чем полусуточная приливная волна приходит с севера – северо-запада. Суточная волна распространяется с запада – северо-запада на восток – юго-восток.

Анализ годографов приливных компонент суммарных течений исследуемой акватории подтверждает цитируемые закономерности. Его результаты дают основание утверждать, что в районе архипелага Аргентинские о-ва приливо-отливные явления обусловлены взаимодействием двух прилив-

ных волн полусуточного и суточного периодов. Полусуточная приливная волна направлена с севера – северо-запада на юг – юго-восток; суточная – с запада – северо-запада на восток – юго-восток. Траектория суточной волны развернута по отношению к траектории посуточной на $15 - 20^\circ$ к западу.

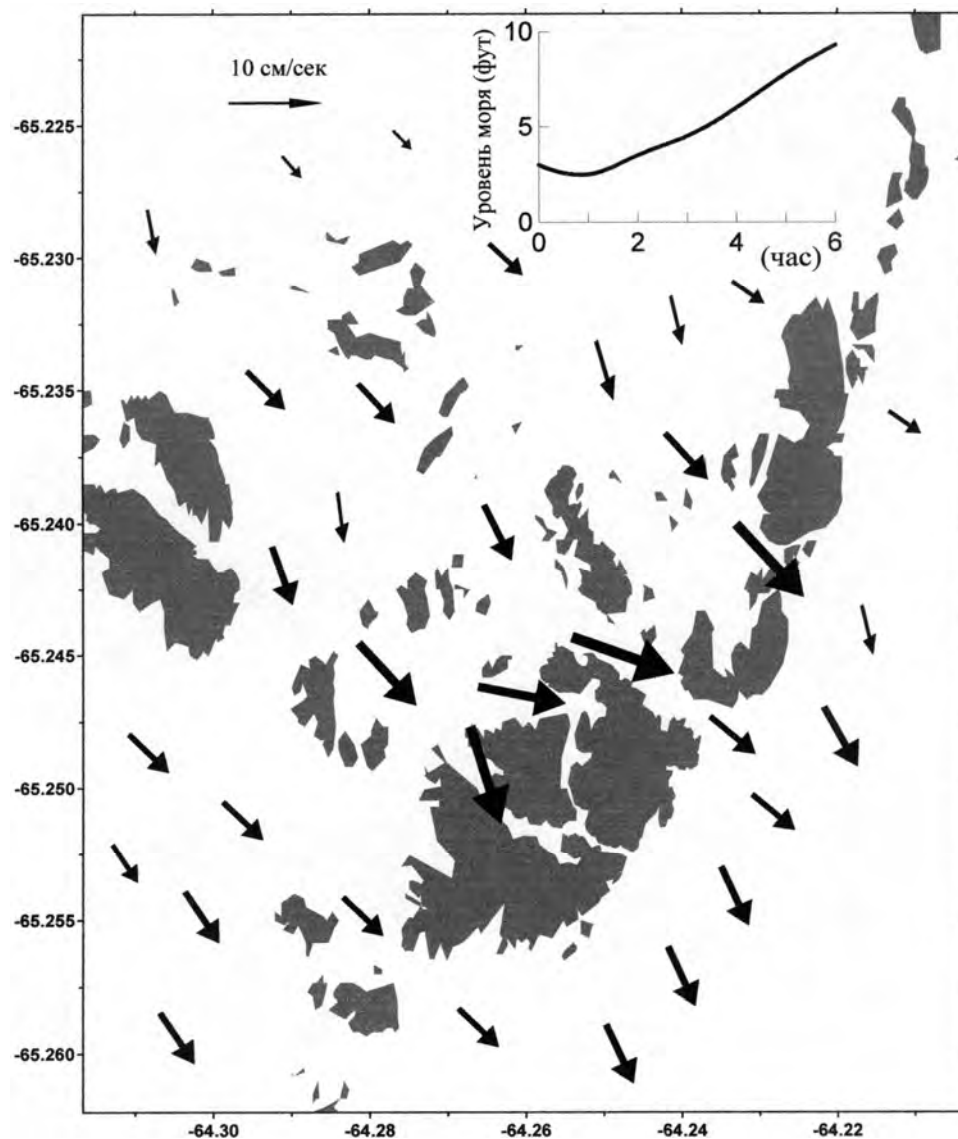
В подтверждение выше сформулированным закономерностям динамики вод исследуемого района, полученным на основе анализа материалов инструментальных наблюдений за течениями, рассмотрим две ситуации, которые были зафиксированы в марте 1998 г. при проведении промерных работ в межостровной зоне с борта катера «Акад. Вернадский» с использованием КПК. Промерные работы сопровождались фиксацией векторов течений (расчет навигационным методом).

Обе съемки были выполнены в штилевую погоду, что исключило наличие дрейфовой компоненты из спектра течений. Первая съемка была начата во время малой воды и соответствовала фазе прилива. Вторая была реализована во время отлива (рис.1, 2). Время проведения съемок соответствовало сизигийной фазе лунного цикла, когда приливо-отливная деятельность наиболее активна. Поэтому зафиксированные динамические ситуации отражают наиболее развитую систему периодических течений исследуемой акватории.

Видно, что на приливе векторы течений, которые в данном случае были представлены исключительно периодической составляющей, в преобладающем большинстве были направлены на юг – юго-восток. Исключения составляли векторы течений, определенные для узкостей (рис.1). Аналогичная ситуация наблюдалась на фазе отлива. В этот период в большинстве случаев векторы течения на поверхности океана были ориентированными на север – северо-запад (рис.2). То есть направление приливо-отливных течений соответствовало ориентации котидальных линий региона. Скорости течений в обоих случаях не превышали $4 - 5$ см/с на открытых участках акватории (особенно хорошо это видно для пролива Пенола). В узкостях и на участках шхерного мелководья течения были более интенсивными. Их скорости здесь примерно вдвое превышали значения скоростей, типичных для открытых участков. Как видно, приведенные данные хорошо согласуются с прямыми инструментальными измерениями течений.

В завершении описания системы течений архипелага Аргентинские о-ва отметим важное в прикладном плане следствие, которое вытекает из представленного анализа течений региона и обобщения опыта четырех морских национальных экспедиций в Антарктику. Его суть состоит в следующем. Сама по себе система течений исследуемого региона не представляет какой-либо опасности для плавания, а также ведения швартовых и погрузочно-разгрузочных операций при снабжении станции. Однако, типичные для Аргентинских о-вов слабые течения постоянно перемещают поля битого льда и айсбергов. Последние являют собой серьезный источник реальной навигационной опасности для судна любого класса. Причем в пределах межостровной зоны, изобилующей проливами, узкостями и шхерами, дрейф ледяных полей и айсбергов осуществляется не только течениями, но и ветром. Ледовая обстановка существенно осложняется эпизодическими процессами, сопровождающимися сносом отдельных айсбергов с мелководья и посадкой их на мель.

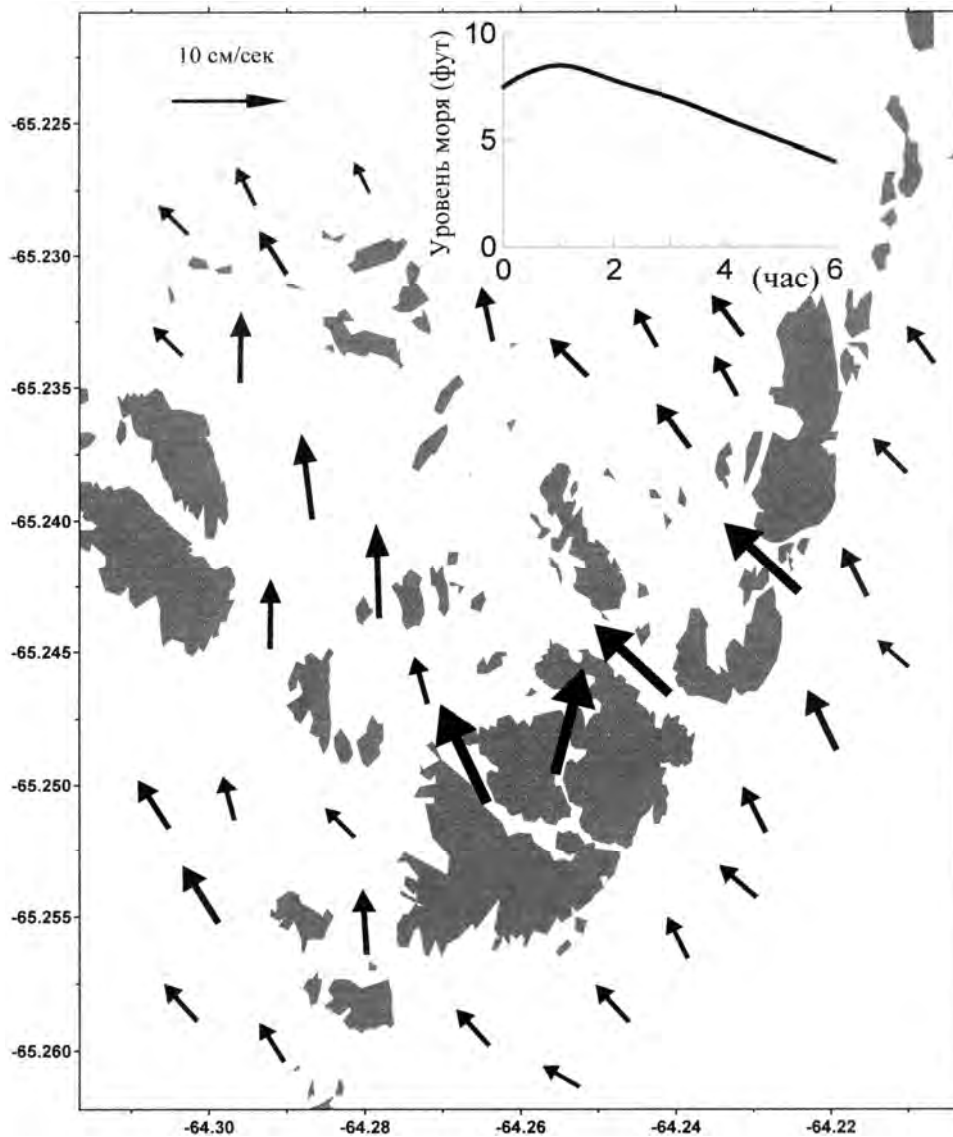
Отмеченное выше свидетельствует о том, что дрейф льда на участках



Р и с . 1 . Векторы течения в навигационном слое вод 20 марта 1998 г. на фазе прилива. На врезке показан ход уровня моря в футах по мареографу о-ва Галиндез.

межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва практически не подчинен каким-либо закономерностям. Поэтому предвидеть, даже на качественном уровне, ледовую обстановку в местах якорных стоянок и в точке швартовки судна у о-ва Галиндез с заблаговременностью даже в несколько часов не представляется возможным.

Выявлен характерный структурный признак рельефа дна на акватории межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва: это – система фиордов различного пространственного масштаба. Данные образования вытянуты и узки. Отношение ширины в устье фиорда к длине колеблется в пределах 0,13 – 0,35. Берега фиордов в большей части находятся ниже современного уровня



Р и с . 2 . Векторы течения в навигационном слое вод 20 марта 1998 г. на фазе отлива. На врезке показан ход уровня моря в футах по мареографу о-ва Галиндез.

океана. Такой структурный элемент, как «висячие долины», ввиду особенностей фиордной системы архипелага Аргентинские о-ва, не были обнаруженными. Однако сами желоба проливов архипелага, по отношению к проливу – трогу Пенола, являются «висячими». Высказана гипотеза о существовании в прошлом локального центра единения – единой возвышенности в пределах осушенного шельфа в период верхнеплейстоценового понижения уровня океана на 120 м. Обнаружено типичное для фиордов чередование пониженных участков с поперечными уступами, возвышенностями (регилями), разбивающими долину фиорда на ряд локальных участков седиментации. Зафиксирован наклон базисных уровней (платообразных поверхно-

стей) на запад – юго-запад и выполаживание их после пересечения шва северо-восточного простирания, что дает основание предположить взброс примыкающего к разлому пролива Пенола края блока архипелага, который трассируется цепочкой о-вов Скуа, Галиндез, Гротто и других. Для многочисленных участков дна архипелага типична ребристость. Это свойство, по всей видимости, обусловлено плитчатостью коренных пород, возникшей в результате тектонических нагрузок.

Заключение. Выполнены исследования локальной циркуляции вод, ледовых условий и рельефа дна межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва. В результате показано, что для данного района, где расположена украинская антарктическая станция «Акад. Вернадский», типичны слабые течения, включающие две приливные составляющие суточного и полусуточного периодов и непериодические остаточные течения. Скорости приливных и остаточных течений, как правило, не превышают нескольких сантиметров за секунду. Максимальные, зафиксированные инструментально за все время наблюдений скорости суммарных течений, оказались не более 17 – 18 см/с. Выявлена двухслойная стратификация вертикальной кинематической структуры непериодических течений. В верхнем слое вод отмечены дрейфовые течения; течения компенсационной природы – в придонных слоях. Приливно-отливные явления обусловлены взаимодействием двух приливных волн полусуточного и суточного периодов. Полусуточная приливная волна распространяется с севера – северо-запада на юг – юго-восток; суточная направлена с запада – северо-запада на восток – юго-восток.

Сама по себе система течений не представляет какой-либо опасности для плавания, а также ведения швартовых и погрузочно-разгрузочных операций при снабжении станции «Акад. Вернадский». Однако, типичные для Аргентинских о-вов слабые течения постоянно перемещают поля битого льда и айсбергов. Последние являют собой серьезный источник реальной навигационной опасности для судов любого класса.

Показано, что для структуры рельефа дна на акватории межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва типична система фиордов различного пространственного масштаба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саркисов А.А. Анализ функционирования компьютеризированного промерного комплекса при производстве съемки рельефа дна // Геологический журнал НАН Украины.– 2002.– 2.– С.68-74.
2. Булгаков Н.П., Саркисов А.А. Течения межостровной зоны архипелага Аргентинские острова // Геологический журнал НАН Украины.– 2003.– 3.– С.130-135.
3. Говоруха Л.С. Краткая географическая и гляциологическая характеристика архипелага Аргентинские острова // Бюлл. Укр. Ант. Ц.– 1997.– вып.1.– С.17-19.
4. Булгаков М.П., Орлова І.Г., Український В.В. та ін. Результати океанографічних досліджень у районі Української антарктичної станції «Акад. Вернадський» за матеріалами 2 морської антарктичної експедиції // Доп. НАНУ.– 1999.– 2.– С.118-121.
5. Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Водные массы и циркуляция Южного океана.– Л.: Гидрометеиздат, 1986.– 288 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.2005 г.