INSTITUT HYDROLOGIQUE DE RUSSIE

EXPLORATIONS DES MERS RUSSES

Rédigées par prof. K. Derjugin

FASC. 1

РОССИЙСКИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

№ 104

ИССЛЕДОВАНИЯ РУССКИХ МОРЕЙ

Под редакцией проф. **К. М. Дерюгина**

ВЫПУСК 1

Ленинградский Гублит № 14246. Тираж 850 экз.—5 л.
Типография Изд. Сев.-Зап. Промбюро ВСНХ. Ленинград, Гучкова наб., 2.

В. В. ТИМОНОВ

К вопросу о гидрологическом режиме Горла Белого Моря

V. V. TIMONOFF

Zur Frage über das Hydrologisches Regime der Strasse zwischen dem Weissen und dem Barents-Meere

ОТ РЕДАКТОРА

Организованные Российским Гидрологическим Институтом в последние годы морские экспедиции вызывают к жизни новую серию изданий Института под общим заглавием: „Исследования русских морей“.

Хотя Р. Г. И. пока не имеет в северных морях собственных пловучих средств, столь необходимых для различных океанографических работ, тем не менее, пользуясь любезным содействием Главного Гидрографического Управления, удалось осуществить несколько крупных исследовательских работ в области Северного Ледовитого океана и Белого моря, где научные сотрудники Института работали отчасти самостоятельно, отчасти в тесном контакте с Сев. Научно-Пром. Экспедицией и Петергофским Ест.-Научным Институтом.

В 1922 г. была осуществлена под моим личным руководством большая исследовательская работа в Белом море, в которой приняла участие крупной материальной поддержкой Сев. Научно-Пром. Экспедиция. Эта работа могла быть успешно выполнена лишь благодаря тому, что Главное Гидрографическое Управление, в лице своего Архангельского Управления по Обеспечению Безопасности Кораблевождения, предоставило в распоряжение нашей экспедиции прекрасное судно „Мурман“, на котором в течение трех недель (с 1—21 августа) были произведены обширные исследования Белого моря по 4 основным гидрологическим разрезам. Результаты обработки собранных этой экспедицией материалов и войдут в настоящую серию.

Работы, начатые в 1922 г. в Белом море, продолжались и в 1923 г., когда под непосредственным руководством П. Д Резвого на военном тральщике № 21 были произведены работы в Двинском заливе и особенно важные исследования в Горле, против ос. Сосновца, по вопросу о течениях в этом районе. Кроме того, был сделан разрез с выходом в Баренцово море и заходом в Иокангский залив.

В то же время два молодых гидробиолога, П. В. Ушаков и Л. К. Лозинский, присоединившись к партии Главного

Гидрограф. Упр-ния, произвели весьма обстоятельное обследование Маточкина-Шара.

В 1924 г. эти работы по гидробиологическому исследованию у берегов Новой Земли продолжались под моим непосредственным руководством, причем мы исследовали район губы Пуховой и Мал. Кармакул. Участниками партии были: П. В. Ушаков (мой помощник), Г. И. Берлин и Ю. П. Знаменский.

Согласно пятилетнему плану исследований Новой Земли, одобренному Гос. Плановой Комиссиею, гидробиологические работы будут продолжаться и в текущем (1925) году, причем сотрудники Института будут вести исследования в губах Черной и Саханихе на южном берегу Южного Острова.

Кроме указанных работ, в 1924 г. на судне „Мурман", по моим заданиям, Л. О. Ретовский и А. М. Попов, зачисленные в состав отряда Северной Экспедиции Главн. Гидрографич. Управления, выполнили гидробиологический разрез от Канина Носа до устья р. Печоры, причем подвергли обследованию и устьевое пространство. Результаты этих работ также войдут в настоящую серию.

Издание новой серии по морским исследованиям даст возможность выпускать в свет труды указанных экспедиций, которые представляют части одного целого. Надеемся, что к ним присоединятся и исследования по другим русским морям.

Пожелаем новой серии полного успеха.

К. Дерюгин.

К вопросу о гидрологическом режиме Горла Белого моря.

По работам 1922 и 1923 г.г.

В. В. Тимонов.

I. Цели экспедиции. Организация и производство работ.

Уже самое географическое положение Горла Белого моря — широкого и мелкого пролива, соединяющего Бассейн моря с океаном, вполне определяет его исключительную роль в общем гидрологическом режиме моря. Здесь, можно сказать, ключи еще неразгаданных проблем его гидрологии, какова, например, проблема обмена вод Баренцова и Белого морей, вызвавшая целый ряд различных предположений современных и прежних исследователей.

Но и сам по себе режим Горла, обусловленный его относительно большими размерами и деятельностью как бы сталкивающихся здесь мощных космических, гидрологических и метеорологических факторов, должен быть весьма сложным и представляет большой научный интерес.

Это и побудило проф. К. М. Дерюгина, после работ организованной им в 1922 г. экспедиции, выяснившей общий характер режима моря, сосредоточить внимание на Горле, тем более, что и в навигационном отношениии этот район более других нуждается в освещении, так как быстрота и малоизученность приливных течений, сильные ветра и частые туманы представляют серьезные трудности мореплаванию.

Для южной части Горла четвертым разрезом экспедиции 1922 г. (см. карту на черт. 1), начиная со ст. № 35 до конца, была обнаружена чрезвычайно характерная для Горла почти полная

гомохалинность и гомотермия, вызванные перемешиванием вод сильными приливными течениями [1]). При этом наивысшая встреченная на разрезе соленость—29,05‰—оказывалась ниже солености глубоких слоев Бассейна и ниже солености вод Баренцова моря. Естественно возникавший вопрос о поддержании больших соленостей Бассейна в связи с режимом Горла оставался, таким образом, нерешенным.

Попытка его освещения путем наблюдений над течениями, соленостью и температурой, первоначально в южной части Горла, и стала целью экспедиции 1923 г., снаряженной, как и в предыдущем году, под общим руководством проф. К. М. Дерюгина, Российским Гидрологическим Институтом, Главным Гидрографическим Управлением и Северной Научно-Промысловой Экспедицией.

Первыми шагами в этом, по существу многолетнем, задании, требующем систематических наблюдений, были намечены три поперечных разреза в южной части Горла (см. карту черт. 1) с 25-тичасовой стоянкой на каждой станции для определения изменения элементов течения, солености и температуры, и два гидрологических „ходовых" разреза, — Восточный и Западный, через северную часть Горла для связи горловского режима с океаническим. Кроме того, в виду громадного значения для режима Горла приливных факторов, намечались наблюдения уровня в одном из пунктов побережья Горла.

Для осуществления этих задач под непосредственным руководством П. Д. Резвого был создан отряд из пяти сотрудников [2]), 6 августа прибывший в Архангельск. После долгих хлопот для работ экспедиции было временно предоставлено одно из судов Северной Пограничной Флотилии—„Т-21"—военный тральщик водоизмешением около 500 тонн, пошедший под командой Н. Н. Родзевича. Далее, однако, обстоятельства сложились крайне неблагоприятно: Управление по обеспечению безопасности кораблевождения Северных морей, будучи само крайне стеснено, могло снабдить экспедицию лишь очень скудным запасом угля, а свирепствовавшие в начале августа штормы, необходимый ремонт и многое другое надолго задерживали начало работ. Подобное ограничение возможностей было тем досаднее, что, благодаря внимательному содействию Гидрометеорологической, Астрономической и

[1]) К. М. Дерюгин.—К гидрологии Белого моря. Зап. по Гидрогр. том XLVII 1923 г.

[2]) В отряде, кроме автора, приняли участие Д. Д. Смирнов, А. А. Черновский, Л. О. Ретовский.

Инструментальной частей Управления, экспедиция оказалась хорошо снабженной инструментами и научным снаряжением, как это видно из приводимого списка.

Гидрологический инструментарий.

2 глубинных точных термометра к батометру Петерсона-Нансена точностью 0,1 градуса;

4 глубинных опрокидывающихся термометра к батометрам Петерсона-Нансена и Нансена;

1 опрокидывающийся термометр к батометру Виттинга;
2 батометра Петерсона-Нансена (средняя модель);
2 батометра Нансена,—в 2 и 1 литр;
1 батометр Виттинга (малый);
4 вертушки системы Экмана;
2 пары поплавков Митчеля;
2 контрольных глубомера Клаусена;
1 пружинный глубомер Томсона;
1 химический глубомер Томсона с 50 трубками;
1 диск Секки;
3 спусковых машинки сист. Томсона со стальн. линем;
3 спусковых машинки сист. Клаусена;
600 м. темного бронзового линя;
400 м. светлого линя;
4 счетчика от лебедки Виттинга;
1 нивелир Гл. Штаба и рейка.

Метеорологические приборы.

1 психрометрический большой термометр точн. 0,2°;
3 тонких психром. термометра от психрометра Ассмана;
1 анемометр ручной;
1 барограф средний.

Астрономические приборы.

1 хронометр А. Эриксона;
1 сличительные часы (полухронометр).

Биологический инструментарий.

2 трала Сигсби;
2 драги среднего размера;
1 планктонная сетка для вертикального лова;
1 система решет для промывки содержимого трала.

Это позволило хорошо оборудовать судно, отведя каждому прибору определенную спусковую машинку; машины Клаусена, как имеющие ленточный тормоз, служили для спуска вертушки и батометра, а глубомер Клаусена и планктонная сеть были устроены с Томсоновскими.

Солидная кормовая лебедка тральщика была использована для стоп-анкера, отдававшегося на стальном тросе и для трала Сигсби, выпускавшегося прямо за корму через полуклюз. Кроме того, удалось устроить палубное освещение, сделавшее ночную работу не только возможной, но и почти удобной.

Близость сентября с его частыми штормами и отсутствие в Горле удобных якорных стоянок заставляли также озаботиться своевременным оповещением о предстоящих изменениях погоды. В этих видах было достигнуто соглашение с Гидрометеор. отделом Управления безоп. корабл. и Службой Связи о включении на время работ отряда в ежедневные „Указания для судов" небольшой метеорологической сводки, на основании которой можно было бы, проведя изобары, судить о возможных переменах. Однако, порча судового радио с первого же дня похода лишила экспедицию этого удобства; между тем, этим первым днем оказалось только 26 августа. Столь поздний выход при постоянной угрозе изменения погоды, скудных запасах угля, большом расходе пресной воды на якорных стоянках заставлял урезать и видоизменить первоначальные задания. Прежде всего нужно было итти к о-ву Сосновцу—единственному пункту Южной части Горла, где оказалось возможным организовать 15-тисуточные наблюдения уровня по установленному при содействии того же Управления футштоку.

Проверив по пути начальные гидрологические станции 1 разреза 1922 г. (№№ 40—43 1923 г.) в 7 ч. 40 м. 27 августа отряд подошел к о-ву Сосновцу. Здесь в салме был установлен футшток, и ноль его связан нивелировкой с репером, при чем он оказался на 6,31 саж. ниже верхней грани закраины восточного башмака сквозной фермы маяка. Производство ежечасных наблюдений было уговорено совместное, агентами маяка и Гидрометр. станции при общем руководстве наблюдателя Н. Баранкеева. К их чести надо сказать, что наблюдения были продолжены до 12 сентября и прерывались лишь во время штормов и в темные ночи, так как, несмотря на все старания, освещение футштока наладить не удалось.

Средний поперечный разрез, намечавшийся ранее через самое узкое место Горла, теперь решено было расположить против о-ва

Сосновца по направлению Сосновец-Мегры для более тесной связи наблюдений с ходом уровня. Первой станцией его была станция № 44, милях в 5-ти на SO от острова, на которой и начали работу 27 августа в 19 ч. 25 м.

Здесь интересно будет отметить неожиданно встреченное затруднение: опускаемые приборы, а особенно вертушку, настолько сильно относило течением, что угол между линем и отвесной линией достигал приблизительно 50–55 градусов. Иными словами, опускание прибора на заданную глубину оказывалось невозможным, и необходимо было обеспечить хотя бы контроль глубины, что и удалось сделать подвешиванием ниже вертушки и батометра пружинного или химического глубомера Томсона; кроме того, пришлось увеличить и подвесной груз у вертушки. Через некоторое время сотрудники приспособились настолько, что, учитывая на глаз скорость течения, могли увеличивать длину вытравливаемого линя и зачастую попадать достаточно близко к заданной глубине. Мысль—уловить связь между углом отклонения линя и нужной длиной его для составления таблицы—быстро пришлось отбросить, ибо форма кривой, которую принимает линь в воде, видимо, слишком видоизменяется при разных комбинациях скоростей и направлений глубинных течений.

Из-за описанного затруднения, о котором трудно было догадаться без непосредственного опыта в море, регулярные наблюдения были начаты лишь в 4 ч. 45 м. 28 августа, что, в связи с грозившим недостатком пресной воды, вынудило сделать станции 13-часовыми вместо предположенных 25-часовых.

В общем организация работ на этом разрезе была такова: как только отдавались якорь с носа и стоп-анкер с кормы, начиналась работа с вертушкой. Опускание вертушки через определенные промежутки времени, вообще очень заманчивое, безусловно было бы неправильным в данных условиях, ибо недостаток людей не позволял работать с двумя вертушками сразу; между тем, изменение скоростей и направлений происходит в Горле временами настолько быстро и, главное, неплавно, что необходимо стремиться к минимальным промежуткам между опусканиями.

Такая форсированная работа с вертушкой Экмана требует большого напряжения внимания, благодаря большому числу отдельных и мелочных манипуляций, почему на успешности ее сильно отражается утомляемость наблюдателя. Не малое значение имеет и привычка, что ярко видно из сравнения промежутков времени между опусканиями на отдельных станциях: так, на ст.

№ 44 проходило в среднем 25,8 мин., на ст. № 45—12,8 мин., на ст. № 46—уже 11,6 мин.

В виду невозможности иметь в смене больше 3-х, обычно же 2-х человек, и вертушка и батометр были установлены так, что с ними мог управиться один наблюдатель; это, однако, нерационально, а при волне и совсем недопустимо, почему по возможности работа велась двумя наблюдателями, переходившими от вертушки к батометру и обратно.

В интересах практических исследователей отметим результаты применения дробинок, вместо бронзовых шариков [1]),—результаты, превзошедшие все ожидания. Дробинки соответственного №-ра „башенной" дроби работали не только безукоризненно, но даже лучше специально изготовленных из нейзильбера шариков, так как сильным течением последние гораздо легче вымывались. Такой успех, повидимому, надо отнести за счет счастливой мысли прокалибровать весь рабочий запас дроби по микрометру, что и было исполнено с точностью до 0,04 мм.

При изучении поверхностных течений сначала предполагалось пользоваться поплавками Митчеля. Однако уравновешивание, опускание и, в особенности, выбирание поплавка при сильном течении и сравнительно высоком борте судна оказалось настолько утомительным и отнимающим много времени, что требовало почти непрерывной работы одного, а иногда и двух людей, т. е. было немыслимо.

Поэтому на станциях поплавок, снабженный флагом, просто оставлялся за кормой, метрах на 50-и линя, и пеленговалось его направление по главному компасу при каждом опускании вертушки в поверхностный слой. Таким образом в нужный момент получались и верное направление и скорость поверхностного течения. Существенным недостатком такой комбинации являлась невозможность пользования ею ночью: избегнуть этого пробела нам не удалось, т. к. устройство освещаемого поплавка не представлялось возможным.

Сличая впоследствии показания работавшей на 5-ти метрах вертушки с пеленгом поплавка, можно было наглядно видеть девиацию, достигавшую 40° и даже 90°, чем лишний раз подтверждается невозможность работы в поверхностном слое с железных судов вертушками Экмана.

Гидрологические серии ($S^0/_{00}$, t^0), имевшие целью выяснить изменения соленостей в связи с приливно-отливными колебаниями,

[1]) Для вертушек Экмана.

пока не определилась картина смены течений, решено было брать в моменты полной и малой воды и по разу между ними, т. е. в среднем каждые 3 часа. Правильнее же было бы брать их главным образом в моменты затишья в данном слое, что и выполнялось начиная со станции № 45.

Непосредственное наблюдение колебания уровня на месте станций было бы в высшей степени ценным, как для точной связи всех наблюденных элементов с фазой прилива, так и для выяснения вопроса об увеличении или уменьшении амплитуды прилива к середине Горла [1]). Но не только точное наблюдение уровня, но и попытка наблюсти моменты полной и малой воды помощью многократного измерения глубины оказались неосуществимыми из-за того же недостатка людей, времени и малой точности наших глубомеров. Здесь особенно сказалась несовременность нашего инструментария, в то время как за границей, помимо эхо-лота, применяют теперь и самописцы, регистрирующие приливно-отливные колебания в любом месте открытого моря.

Заканчивая обзор организации работ, отметим то значение, какое имеет предварительная, самая первоначальная сводка и обработка наблюдений немедленно по их получении. Не имея возможности так поступать, зачастую не успевая даже сообразить, как именно направлена наблюденная только-что скорость, экспедиции пришлось убедиться в проистекавших от этого пробелах. Поэтому, при одновременном наблюдении целого ряда связанных друг с другом факторов, существенно важно одному из сотрудников немедленно собирать, проверять и осмысливать все получаемые результаты, создавая себе общую картину явления, только при наличии которой и можно заметить необходимые повторения или дополнения. Сказанное приобретает особое значение при современных условиях, когда почти все исследования по необходимости эпизодичны.

Аналогично приведенному описанию были организованы работы на всех трех станциях 1 поперечного профиля. Разрез этот, начатый 27 августа в 19 час. 45 м., удалось провести при исключительно благоприятной погоде и закончить его 29 августа в 15 час. 00 м. Все эти дни держались слабые SW и SSW до S ветры силой от 0 до 3—4 баллов, стихавшие к ночи и не разводившие почти никакой волны.

[1]) В Ламанше, например, амплитуда приливов посередине пролива гораздо больше, чем у берегов.—Ч. Дарвин. Приливы. 1923. Стр. 13.

Следующей работой был поставлен Западный „ходовой“ разрез, который еще рассчитывали выполнить с остатками приходившей уже к концу пресной воды. Для сокращения расстояний и навигационных трудностей первоначальное прямое его направление было заменено ломаным, прошедшим по глубокому фарватеру вдоль Терского берега. Вряд ли есть основание сожалеть об этом, т. к. ожидать стратификации солености можно было скорее всего именно на фарватере—единственном сравнительно глубоком „желобе“, соединяющем глубокую часть Горла с Океаном. Из-за туманов к станции № 47 добрались только 31 августа ночью (3 час. 40 м.) и, взяв батометрическую серию, немедленно пошли дальше. В 9 час. 20 м. были на месте станции № 49, закончили ее, после чего выяснилось, что воды все-таки не хватит и придется идти без работы прямо в Иокангу, куда и добрались к 20 час. того же дня.

С утра 1-го сентября погода стала быстро портиться; около 12 час. ветер достиг уже 5-и баллов и продолжал свежеть, барометр резко падал. Рискуя в случае шторма сжечь у стенки весь уголь и совсем не кончить работу, приходилось подумать об уходе, почему в 15 час. 45 м., не имея даже полного запаса воды, покинули Иокангский рейд, взяв курс прямо на N, чтобы начать прерванный разрез с конца, т. е. дойти хотя бы до следов океанической стратификации. Однако, после станции № 51, в 10 милях к N от Святого Носа, командир изменил курс и пошел в Горло, находя дальнейший под'ем к Северу невозможным. К ночи предсказания моряков оправдались, но лишь отчасти: ветер усилился и, действительно, перешел к NW, но к утру стал стихать, почти не достигнув степени шторма (баллов до 7-ми).

Вернувшись в Горло и взяв на Сосновце результаты водомерных и метеорологических наблюдений, пошли к Зимнегорскому маяку, чтобы приступить к последней возможной работе—Южному поперечному разрезу. Погода стояла тихая, но масло и уголь были на исходе, и возможность закончить этот разрез становилась сомнительной. Тем не менее, 2 сентября, в 23 часа 45 мин. стали на якорь на станции № 56 и начали работу. Однако и здесь не повезло: дувший легкий Ost с необычайной быстротой достиг 6-ти баллов и продолжал усиливаться прямо на глазах. Работать становилось все труднее и в 3 час. 45 мин. (3 сентября), когда судно из-за недостатка якорного каната начало дрейфовать, пришлось сняться и идти в Архангельск. К утру ветер достиг 7-ми баллов и перешел к NW, а к вечеру стал стихать.

Таким образом, в результате похода, кроме поверки разреза 1922 г. в Двинском заливе, были выполнены—поперечный разрез Горла из трех 13-тичасовых станций и „ходовой“ разрез вдоль Терского берега из 4-х станций (см. карту, черт. 1), давшие следующее количество наблюдений:

Измерений температуры воды	100
Проб на соленость	89
Наблюдений с вертушками	161
Наблюдений с поплавками	24
Определений прозрачности	6
Планктонных проб	6
Тралы	в 7 местах

Гидрологические материалы, относящиеся к поперечному и „ходовому“ разрезам, приводятся в нижеследующих таблицах.

Нельзя не признать, что, при современных трудных условиях организации экспедиционных работ, даже столь небольшие результаты могли быть достигнуты лишь благодаря внимательному содействию со стороны Главного Гидрографического Управления в лице Начальника его С. П. Блинова, Начальника Гидро-Метеор. Части Л. Ф. Рудовица, Начальника Управления безоп. кораблевожд. Сев. морей В. Н. Чичагова и его ближайших сотрудников—Б. В. Новопашенного и П. И. Башмакова.

II. Гидрологические материалы.

1. Разрез Сосновец—Мегры. Ист. $A^{Ost.} = 130°$.

Общие примечания.

Время в таблицах поясное III-го пояса. Температуры *все* положительны. Долготы Ost от Гринвича. Показания барометра приведены к ур. моря.

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h — m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h — m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. Aost.	Примечания.
	Станция № 44.									
27/VIII 1923.	**Ст. № 44.**	20—10	ок. 15	6.18	27.36	19—25	ок.17	1.005	170°	Без глубомера.
	φ° = 66°26′5	22—08	*ок. 40*	6.15	27.70					
	L = 40°49′	22—30	*ок. 60*	6.25	28.49					
	в 3.5 милях к SO									
	от о-ва Сосновец	22—40	2	6.40	27.20					
	Общая глубина									
	ок. 70 mt.					4—45	38.5	1.465	290°	
	Прозрачность					5—13	42	0.880	230°	
28/VIII	(диск Секки) 4.5 mt.					5—50	59.5	0.680	230°	
	(на солнце)									
	Состояние погоды	6—16	24	6.30	28.39	6—14	25.5	0.120	330°	
	(по наблюден.	6—39	ок. 50	6.40	28.80	6—51	ок. 50	0.410	160°	
	Гидромет. стан-									
	ции о-в Сосно-	6—47	2	6.20	27.39	7—08	ок. 5	1.065	—	
	вец)					7—28	26.5	0.840	100°	
	27/VIII									
	Барометр.					8—13	55	0.725	190°	
	7 ч. 754.8	8—51	ок. 25	6.20	27.45	9—30	25.5	1.760	195°	
	13 ч. 755.5									
	21 ч. 757.2	10—10	ок. 50	6.35	28.62	10—15	ок. 5	1.495	—	
	Средн. 755.8					11—16	49.5	0.435	330°	
	Ветер.									
	7 ч. SSW—4 m/sec.	11—53	*ок. 40*	6.30	28.40	12—02	27.5	0.145	110°	
	13 ч. SSW—8 „	12—20	ок. 25	6.20	28.40	12—14	ок. 5	0.630	—	
	21 ч. SW—5 „									
	Море.					12—45	ок. 50	0.705	300°	
	Легкое волнение					13—25	27.5	1.200	220°	
	Облачность.									
	7 ч. 10	13—42	27.5	6.26	28.31	13—47	ок. 5	1.450	—	
	13 ч. 9 ясно	13—54	45	6.26	28.31	14—00	48.5	1.230	250°	
	21 ч. 7									
	t° воздуха (C°)	14—09	ок. 5	6.35	28.37	14—16	25	1.615	180°	
	7 ч. 8°.6					14—30	ок. 5	1.675	—	
	13 ч 10°.0									
	21 ч. 8°.4					14—51	38.5	2.090	310°	
	Max. — 11°9.					15—12	2	0.950	230°	Поплавок Митчеля.
	Min. — 7°4									
	Средн. — 9°.0					16—14	26.5	2.055	240°	
	28/VIII.									
	Барометр.					16—32	ок. 5	0.055	—	
	7 ч. 759.8	16—42	44.0	6.30	28.69	16—52	27.5	1.240	260°	

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h — m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h — m.	Глубина mt.	Скорость m. sec.	Направлен. Ист. Aost.	Примечания.
28/VIII	13 ч. 760.6	17—11	27.5	6.27	28.40	17—43	54.0	0.725	180°	
	21 ч. 760.8	17—58	5	6.45	27.59	18—00	ок. 5	0.665	—	
	Средн. 760.4									
	Ветер.					18—05	2	0.500	320°	Поплавок Митчеля.
	7 ч. SW—4 m/sec.									
	13 ч. SSW—6					18—37	53.0	0.400	130°	
	21 ч. SW—4					18—53	31.5	0.315	30°	
	Море.					19—09	ок. 5	1.340	—	
	Легкое волнение									
	Облачность.	19—34	58.5	6.45	28.98	19—40	ок. 4	1.625	—	
	7 ч. 6 ясно	19—50	17.5	6.30	27.54	19—50	25.5	1.530	60°	
	13 ч. 8 „									
	21 ч. 4	20.00	5	6.40	27.43	20—15	51.5	1.070	60°	
	t° воздуха (C)									
	7 ч. 6°4					20—32	ок. 4	1.755	—	
	13 ч. 9°8					20—35	2	1.500	30°	Поплавок Митчеля.
	21 ч. 9°7									
	Max. 11°3					20—42	25.5	1.950	30°	
	Min. 6°3					20—53	ок. 50	2.005	80°	
	Средн. 8°6									
	Станция № 45.									
29/VIII						6—52	38.5	0.180	50°	
	Ст. № 45.	7—17	42.0	6.70	26.38	7—07	23	0.480	60°	
	φ° = 66°20′5	7—35	29.5	6.72	26.35	7—24	ок. 5	0.780	—	
	L = 41°04′	7—50	5	6.85	26.09	7—40	35	0.565	60°	
						7—55	25.0	1.005	90°	
	Около середины					8—06	ок. 5	1.275	—	
	горла к SO от									
	о-ва Сосновец	8—20	38.5	6.75	26.27	8—27	36.5	0.900	120°	
	Общая глубина	8—34	21.0	6.88	26.02	8—41	22.0	1.380	100°	
	ок. 50 mt.	8—46	ок. 5	7.05	25.77	8—59	ок. 5	1.720	—	
						9—13	30.0	0.845	70°	
	Состояние погоды.					9—27	18.5	2.080	70°	
	(по наблюдениям									
	Гидрометр. стан-					9—45	ок. 5	1.800	—	
	ции на о-ве Сос-					10—52	38.5	0.610	55°	
	новец)					11—09	26.5	1.375	80°	
	29/VIII.					11—22	ок. 5	1.960	—	
	Барометр.	11—16	48.5	6.74	26.27	11—33	40.5	0.570	40°	
	7 ч. 760.0	11—37	39.5	6.85	26.11	11—45	29.5	0.605	—	
	13 ч. 758.4									
	21 ч. 757.9	11—51	ок. 5	7.53	24.76	11—54	ок. 5	1.630	—	
	Средн. 758.8					12—04	17.5	0.425	310°	

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. A°st.	Примечания.
29/VIII	*Ветер.*					12—20	37.5	0.080	330°	
	7 ч. SW—2 m/sec					12—32	29.5	0.280	40°	
	13 ч. S—4					12—41	ок. 5	0.750	—	
	21 ч. SSW—1					12—50	41.0	0.300	330°	
		12—55	46.0	6.95	25.91	13—00	25.5	0.135	40°	
	Море.	13—12	28.5	7.00	25.75	13—11	5	0.850	115°	Напр. Митч. 13h10m.
	Легкое волнение; к вечеру спокойно	13—24	ок. 5	7.20	25.01	13—20	40.5	0.285	10°	
						13—42	25.5	0.275	230°	
						14—07	ок. 5	1.155	—	
	Облачность.					14—21	ок. 42	0.665	170°	
	7 ч. 9					14—35	27	1.075	180°	
	13 ч. 7 ясно					14—51	ок. 4	1.360	210°	Напр. Митч. 14h47
	21 ч. 6					15—00	42	0.755	280°	
		15—07	46.0	7.00	25.79	15—11	ок. 25	1.215	150°	
	t° воздуха (C)	15—18	27.5	7.00	25.84	15—22	ок. 4	1.720	223°	Напр. Митч. 15h29
	7 ч. 8°.8	15—28	ок. 5	7.50	25.84	15—33	38.5	0.880	300°	
	13 ч. 12°,1					15—44	29.5	1.290	280°	
	21 ч. 14°1					15—59	ок. 5	1.615	{224° 232°	Напр. Митч. 15h55m 15h59m
	Max. 15°3					16—16	44	0.775	210°	
	Min. 7°.0					16—32	27.5	1.130	310°	
	Средн. 11°7					16—47	ок. 5	1.455	244°	Напр. Митч. 16h50m
						17—00	42	0.595	260°	
		17—27	18.5	6.83	26.11	17—30	25.5	0.665	190°	
		17—38	ок 25	6.83	26.11	17—39	ок. 5	0.935	258°	Направл. Митчель.
		17—47	ок. 5	6.90	26.15	17—47	41.5	0.315	190°	
						17—56	25.0	0.305	230°	
						18—03	ок. 5	0.585	258°	Направл. Митчель.
						18—10	40	0.300	200°	
						18—18	25	0.120	270°	
		18—30	ок. 15	6.75	26.35	18—25	40	0.230	160°	
		18—41	ок. 25	6.82	26.20	18—33	ок. 5	0.300	288°	Направл. Митчель.
		18—50	ок. 5	6.86	26.15	18—40	ок. 25	0.060	—	
						19—08	ок. 5	0.520	12°	Направл Митчель.
						19—15	ок. 40	0.440	30°	
						19—21	ок. 5	0.630	25°	Направл. Митчель.

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	t°C	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. A°st.	Примечания.
29/VIII						19—28	ок. 25	0.610	—	
						19—42	53.0	0.640	50°	
						19—51	ок. 5	1.150	32°	Направл. Митчель.
						С т а н ц и я № 46.				
30/VIII						1 27	25.0	0.555	230°	
	Ст. № 46.					2—03	ca 15	0.765	280°	
	φ = 66°16′					2—18	ca 25	0.880	240°	
	L = 41°25′5	2—45	5	7.20	25.88	2—25	5	0.930	—	
	Под Зимним берегом в 9 милях на NW от *Мегры*	2—59	25	7.20	25.95	2—59	16.5	0.890	230°	
						3—14	26.5	0.640	230°	
						3—22	5	1.125	—	
	Общая глубина					3—28	16.5	0.790	260°	
	ок. 29 mt.					3—36	26.5	0.895	230°	
						3—43	5	0.905	—	
	Состояние погоды.					3—49	16.5	0.770	230°	
	1. По наблюдениям Гидрометр. станции в сел. *Мегры*					3—58	27.5	0.620	230°	
						4—04	5	0.880	—	
						4—10	15	0.860	230°	
						4—21	25	0.640	230°	
	Барометр.					4—27	5	0.675	—	
	7 ч. — 759.4					4—33	15	0.980	240°	
						4—41	25	0.725	230°	
	Ветер.					4—47	5	0.775	—	
	7 ч. SO 3 балла					4—55	25	0.610	235°	
	Море.					5—00	5	0.710	—	
	Спокойно					5—06	15	0.725	230°	
						5—13	15	0.710	220°	
	Облачность.					5—19	5	0,630	224°	
	Облачно					5—30	25	0.510	230°	
						5—38	15	0.545	220°	
	t° воздуха (C)					5—43	5	0.525	—	
	7 ч. 17°.5					5—49	25	0.425	220°	
	Min 9°.0					5—56	15	0.430	220°	

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. A°st.	Примечания.
30/VIII	2. По наблюдениям Гидрометр. станции о-в *Сосновец*	6—02	25	7.00	26.17	6—02	5	0.385	—	
		6—11	5	7.00	26 17	6—08	25	0.260	230°	
						6—15	15	0.475	240°	
						6—21	5	0.435	—	
	Барометр.					7—40	25	0.335	40°	
	7 ч. 759.2					7—48	15	0.390	20°	
	13 ч. 760.2					7—56	5	0.560	22°	Напр.Митч.
	21 ч. 760.0	8—20	25	7.02	26.15	8—06	25	0.345	30°	
	Средн. 759.8	8—31	5	7.15	26.08	8—16	15	0,735	70°	
	Ветер.					8—26	5	0.835	37°	Напр.Митч.
	7 ч. S—5 m/sec					8—35	25	0.505	50°	
	13 ч. SSW—5					8—45	15	0.860	90°	
	21 ч. SSW—5					8—53	5	1.040	48°	Напр.Митч.
						9—01	25	0.560	50°	
	Облачность.					9—10	15	1.035	80°	
	7 ч. 7					9—21	5	0.980	51°	Напр.Митч.
	13 ч. 8	11—23	25	7.25	25.79	9—27	25	0.620	60°	
	21 ч. 9	11—33	15	7.26	25.84	9—37	15	0.980	90°	
						10—08	5	0.995	51°	Напр.Митч.
	t° воздуха (C)					10—49	25	0.595	60°	
	7 ч. 8°4					10—57	15	0.795	70°	
	13 ч. 9°2	13—00	25	—	25.79	11—07	5	0.860	51°	Напр.Митч.
	21 ч. 8°3	13—05	15	—	25.88	11—29	25	0.440	45°	
		13—10	5	—	25.84	11—38	15	0,630	60°	
						11—47	5	0.440	—	
						12—20	25	0.040	280°	
						12—39	15	0.060	220°	
						12—56	5	0.230	170°	
						13—07	25	0.310	240°	
						13—27	5	0.420	—	
						13—43	15	0.530	230°	Напр.Митч.
						13—57	25	0,485	230°	
						14—06	5	—	193°	Напр.Митч.

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. A°st.	Примечания.
30/VIII	Max. 14°.5					14—17	15	0.655	—	
	Min. 8°.0	14—35	25	—	25.84	14—25	25	0.560	240°	
	Средн. 8°6	14—38	ок. 5	—	25.82	14—33	5	0.705	201°	Напр. Митч. 14h48m

ДОБАВЛЕНИЕ.

Станция № 56.

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Температура и соленость. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Элементы течения. Время опускания прибора h—m.	Глубина mt.	Скорость m/sec.	Направлен. Ист. A°st.	Примечания.
3/IX	**Ст. № 56.**					0—36	ок. 5	1.520	12°	около 7 ч. лунн. врем.
	φ° = 65°41′					1—47	22	0.860	90°	около 8 ч. лунн. врем.
	L° = 39°40′					2—00	42	0.480	75°	
	против Вепревского знака в 7 м. от 3мин. берега.					2—12	ок. 5	1.500	Прибл. 7°	9-ый час лунн. врем
	Общая глубина ок. 55 mt.									
	Состояние погоды.									
	Ветер.									
	3^h30^m O—12 m/sec.									
	Море.									
	Умеренное волнение									

2. Разрез Сосновец—Святой Нос вдоль Терского берега.

Дата.	Общие данные Метео-факторы.	Время опускания прибора h — m.	Глубина mt.	t°C.	S‰	Примечания.
	Станция № 47					
31/VIII 1923	Ст. № 47. φ° = 66°46′ L = 41°31′ в 10 мил. к О от о-ва Данилов. *Глубина* — 51 mt. *Ветер:* S — 2 балла *Море:* спокойно *Небо*: ясно *t° воздуха*—8°06 C	4 15 4—20 4—15 3—50	0 10 25 40	7°80 7°08 7°08 7°57	29.33 29.40 29.45 29.40	Ст. № 47 по времени около середины приливного течения (для поверхности).
	Станция № 49					
31/VIII 1923	Ст. № 49. φ° = 67°14′5 L = 41°29′ 3—4 мили к NO от. Орловского маяка *Глубина*—37 mt. *Ветер*: SW — 4 балла *Море*: спокойно *Небо*: пасмурно *t° возд.* около 11°C *Прозрачность воды*: 10.5 mt.	9—50 9—44 9—37	0 10 25	7°90 7°00 6°74	29.97 30.21 30.91	Ст. № 49 приближенно в 1-ой половине отливного течения, скорее ближе к его максимуму. (Подтверждается стратификацией S‰ и t°).
	Станция № 52					
1/IX 1923	Ст. № 52. φ° = 67°59′ L = 40°37′ Миль 12 к NO от губы Глубокой *Общая глубина*: 64 mt. *Ветер*: WNW—6 баллов *Море*: умеренное волнение *Небо*: пасмурно *t° воздуха* 70°7 C	23—30 23—22	0 ок. 40	6°90 6°80	33.57 33.64	Ст. № 52 по времени (грубо) около середины приливного течения. Работы сокращены из-за сильного дрейфа при свежей погоде и невидимости маяков.
	Станция № 51					
1/IX 1923	Ст. № 51. φ° = 68°18′ L = 39°44′ в 18 милях к N от Св. Носа *Глубина*: 51.5 mt. *Ветер:* SW-ой четверти ок. 5 б. Переходит круто к NW и свежеет *Небо:* облачно *Море*: умеренное волнение	19—55 19—45 19—38 19—51	0 10 25 40	6°90 6°40 6°40 6°60	33.64 33.64 33.64 33.64	Ст. № 51, повидимому, около конца отливного течения; тем более обращает на себя внимание полная гомохалинность.

III. Обработка и анализ материала. Выводы.

Несмотря на крайнюю недостаточность, полученный экспедицией материал был все же интересен, как первая попытка исследования глубинных течений в Горле Белого моря; однако, обработка его одним из методов гидрометрии, конечно, не могла бы дать сколько-нибудь достоверных результатов в силу случайности момента наблюдений и их краткости и малочисленности.

Приходилось в полученной эпизодической картине искать отражения общего режима пролива; это заставило рассматривать все гидрологические элементы совместно и все внимание обратить на отыскание взаимной связи между их изменениями.

1. Поперечный разрез „Сосновец—Мегры".

Для сравнимости трех последовательных суток, проведенных на поперечном разрезе, все наблюдения были отнесены к лунному времени, вычисленному для меридиана и даты ст. № 45, и нанесены на специальные совместные графики, имевшие целью наглядно сопоставить ход одновременного изменения всех наблюденных факторов.

Графики эти приведены на чертеже 1. Они как бы наложены тремя широкими полосами, отвечающими ст. №№ 44, 45, 46, на ленту времени, разделенную сквозными вертикальными линиями на лунные часы; при этом моменты кульминации для всех полос совмещены, вследствие чего и лунные часы всюду совпадают.

По вертикальной оси в однообразном масштабе отложены глубины. Пользуясь этими координатами времени и глубины, точками нанесены все отдельные наблюдения, условные знаки коих показаны в таблице. Как уже упоминалось (стр. 11), часто не удавалось опустить прибор точно на нужную глубину; наблюдения, оказавшиеся вследствие этого выше или ниже соответственного горизонта наблюдений (см. стр. 11), отнесены к нему интерполированием. Для наглядного нанесения векторов течения горизонтальной оси координат условно приписано направление разреза Сосновец—Мегры (AOst 130°), т.-е. вертикальный вектор изображает скорость нормальную к профилю: будучи направлен вверх, он соответствует отливной, а вниз—приливной скорости.

Каждый вектор спроектирован на вертикальное направление и по полученным нормальным к профилю составляющим скоро-

стей построена кривая (ломаная), наглядно характеризующая ход приливно-отливных течений. В тех местах, где отсутствовали какие-либо данные, кривая восстановлена интерполированием или сравнением с розами течений с морской карты и проведена пунктиром; пересечения ее с горизонталью отвечают моментам смены течений; заштрихованные на чертеже площади, ограниченные этой кривой, грубо говоря, будут пропорциональны элементарным расходам в данном горизонте данной станции.

Режим скоростей.

Уже самый беглый взгляд на описываемую таблицу позволяет заметить различие в режиме скоростей всех трех станций.

На ст. 46, самой мелководной, абсолютные величины скоростей почти вдвое меньше, чем на других (V_{max} = 1.04 m/sec), и изменение их величин и направлений происходит весьма плавно и закономерно. Скоростей сбойного характера, пересекающих профиль под острыми углами, нет совсем или они близки к нулю.

Уже на соседней 45 станции, наиболее характерной для данного профиля, подобную картину спокойной смены скоростей мы найдем только в поверхностном слое, хотя скорости очень велики (почти до 2 m/sec); на глубине же 25 и 40 mt заметны весьма бурные вплоть до направленных вдоль профиля сбойные скорости; их направление при этом крайне изменчиво, особенно при приливном течении; в общем, однако, приливное и отливное течения выражены вполне ясно.

Станция же № 44, самая глубоководная и обнаруживающая такие же большие скорости течения (до 2 слишком m/sec), поражает неправильностью и сбивчивостью режима. Приливное течение, хотя и сопровождается большими сбойными скоростями почти вдоль профиля, т.-е. поперек русла,—все же имеет скорости одного знака; между тем отлив [1]) иногда как бы перешибается приливной скоростью, вскоре опять сменяющейся отливной, как это видно, например, на горизонте 25 mt. Подобное явление первоначально показалось настолько невероятным, что даже возникло предположение об ошибочности данных наблюдений, особенно о высокой цифре солености (28.40‰) в конце отлива. Поэтому соответствующие пробы были подвергнуты вторичному анализу, давшему, однако, идентичный результат. А так как в конце отлива невозможно допустить повышения солености, да еще столь резкого, то необходимо было предположить наличие приливной струи, преодолевшей отлив и повысившей соленость. До известной степени это подтверждается перенесенными на ½ лунных суток вперед отрывочными наблюдениями предыдущего дня —27/VIII (надписаны на таблице курсивом).

[1]) В дальнейшем, для сокращения, под словами „прилив" и „отлив" всегда будет разуметься не колебание горизонта, а приливное и отливное течения.

Конечно, нет никаких оснований думать, что такое явление всегда имеет место на данной вертикали, но, как видно из дальнейшего, сбивчивый и неправильный характер течений на этой станции может быть признан правдоподобным; вместе с тем, вероятно, подобные явления находятся в зависимости от суточных, месячных и других приливных неравенств, а так как дни работы на данном разрезе являются близсизигийными, то есть основания к квадратурам ожидать более спокойного режима.

Сравнивая теперь деятельность различных слоев живого сечения Горла, нетрудно заметить, что наибольшие водные массы обращаются именно в поверхностных слоях, что вполне понятно, если принять во внимание заметное уменьшение придонных скоростей и более сбивчивый их характер.

Желая же сравнить относительную деятельность (многоводность) отдельных станций, а, следовательно, и их районов, вспомним, что заштрихованные на таблице площади, будучи примерно пропорциональны элементарным расходам, дают представление о количестве обращающихся в данном горизонте данной станции вод. Это позволяет весьма наглядно выполнить такое сравнение и для слоев, и для станций путем суммирования названных площадей за одинаковый промежуток времени, именно, за ½ лунных суток.

Приняв площадь кривой на 5-метровой глубине на ст. 45 за единицу (как наибольшую), получим следующие относительные величины:

Глубины.	Ст. 44.	Ст. 45.	Ст. 46.
5 m.	0.73	1.00	0.51
25 m.	0 82	0.52	0.43
50 и 40 m.	0.41	0.37	

Общие же количества обращающихся в районе каждой станции водных масс относятся, примерно, как

45 : 30 : 9

из чего видно, в какой мере малодеятельным является район ст. 46. Это находится в полном соответствии с его малыми глу-

бинами и формой береговой линии, образующей здесь значительное уширение, благодаря чему главные токи, устремляясь серединой русла и вдоль Терского берега, оставляют прилежащий Зимнему берегу район в стороне.

Продолжительность и смена течений.

Чрезвычайно интересные результаты дает также сопоставление по времени характерных моментов режима скоростей отдельных станций и горизонтов наблюдений (см. черт. 1). Замечательно, например, что отливное течение начинается почти по всему живому сечению Горла около $4^1/_4$ часов лунного времени; лишь ст. № 44 представляет исключение: в поверхностных слоях отлив (сначала течение поперек Горла к Терскому берегу) опережает этот срок, а в придонных слоях запаздывает против него.

Смена же отливного приливным происходит, как видно, разновременно: раньше всего, около $9^1/_2$ часа, на станции № 46; затем, между 10 и 11, на станции № 44 и от 11 ч. 10 м. до $11^1/_2$ на станции № 45. Отсюда и разная продолжительность приливного и отливного течений на разных горизонтах и разных станциях.

Приливное достигает наибольшей продолжительности в ущерб отливному на станции № 46 (у Зимнего бер.) и в придонных слоях ст. № 44 (у Терского бер.), отливное,—в ее же поверхностных слоях и по всей глубине на ст. № 45 (посередине Горла).

Столь ярко выраженное преобладание (по времени) того или иного течения в разных областях сечения Горла, несмотря на всю случайность наблюдений, все же может быть признано характерным, ибо, как видно из дальнейшего, вполне подтверждается и солевым режимом, и некоторыми прежними наблюдениями. Позволительно, поэтому, счесть установление подобного преобладания одним из важнейших выводов, какие дает изучение скоростей, так как им сразу намечается разделение сечения русла на области совершенно различного режима.

В видах наглядности, ниже продолжительность течений сопоставлена в табличной форме с округлением времени до 10 м.

	Глубины.	Ст. № 44.	Ст. № 45.	Ст. № 46.	
	Приливное течение.				
Терский берег.	5 m	5 ч. — м.	5 ч. 10 м.	6 ч. 50 м.	Зимний берег.
	25 m	6 ч. — м.	5 ч. 20 м.	6 ч. 50 м.	
	50 (40) m	6 ч. 40 м.	5 ч. 00 м.	—	

	Отливное течение.				
Терский берег.	5 m	7 ч. 20 м.	7 ч. 10 м.	5 ч. 30 м.	Зимний берег.
	25 m	5 ч. 20 м.	7 ч. — м.	5 ч. 30 м.	
	50 (40) m	5 ч. 40 м.	7 ч. — м.	—	

Примечание. Отмеченные выше для ст. № 44 временные „перешибания“ отливного течения приливным, в силу возможной их случайности, в расчет не принимались.

Так как отливное течение начинается, как указывалось, почти по всему сечению одновременно, то разная продолжительность отлива всецело зависит от того, что отливное течение идет еще в середине русла, в то время как у берегов, и на поверхности и у дна, оно уже побеждено начинающимся приливным. В отношении поверхностных слоев это явление отмечено и в Лоции, а у местных мореходов получило даже специальный термин: „в море вода позднит“ [1]).

Разновременность смены отливного течения приливным явится вполне естественной, если провести в этом отношении аналогию между Горлом и приливным устьем реки. Как известно, приливное течение в устье реки начинается обычно у самых берегов, в то время как серединой русла еще идет отлив [2]). Нечто подобное может происходить и в Горле при входе в него приливной волны, которой легче побороть отливное течение там, где оно слабее, т.-е. у самых берегов, на мелких местах и у дна; тем более, что в то время как с уменьшением глубины сточное течение, встречая большее сопротивление, слабеет, — приливное, в силу разбивания приливной волны, может приобретать повышенные поступательные скорости.

Говоря о смене течений, необходимо подчеркнуть весьма характерную для Горла особенность: смена направления течения происходит зачастую во всех горизонтах без уменьшения скорости до нуля (перехода через 0), а иногда даже при весьма ощутимых скоростях. Так, на поверхности можно наблюдать у самого момента смены скорости до 0,85 mt/sec (ок. $1^3/_4$ узла)—на ст. № 45, в придонных слоях до 0,41 mt/sec (ок. 0,8 узла)—на ст. № 44 и до 0,23 mt/sec (ок. $^1/_2$ узла)—на ст. № 45.

Конечно, эти скорости направлены в это время поперек Горла, и таким образом течение обходит все румбы (ослабевая,

[1]) Лоция Белого моря. 1915. Изд. Г. Г. У.

[2]) Подобный случай доложен В. А. Березкиным на Гидрологическом С'езде 1924 г. об устье Северной Двины.

но не исчезая), вращаясь на поверхности по часовой стрелке, как это давно установлено работами гидрографических судов [1]). В глубинных же слоях, как легко можно заметить по черт. 1, течение вращается обратно, т.-е. против часовой стрелки. Закономерность этого вращения часто нарушается, вероятно, благодаря близости дна и влиянию отраженных скоростей.

Разные направления вращения в начале и конце каждого течения имеют следствием резкое расхождение поверхностных и придонных скоростей вплоть до прямо-противоположных, что, как увидим в дальнейшем, весьма сильно отзывается на прочих факторах режима Горла.

Изложенное по существу относится лишь к ст. №№ 44 и 45, ибо на ст. № 46 скорости вращаются в очень узких пределах и сменяются переходя через 0.

Заканчивая обзор режима скоростей, нельзя не отметить несомненной взаимной связи между „сбойными" скоростями (пересекающими профиль под очень острым углом), одновременно появляющимися на смежных станциях—№№ 44 и 45. Таковы скорости, направленные к Сосновцу около 1-го часа, около 10-ти часов в придонных слоях, и обратного направления между 6 и 7 часами. В дальнейшем удастся дать вероятное об'яснение как этой связи, так и самой причине появления подобных скоростей.

О связи всего сложного режима скоростей с колебаниями уровня дает некоторое представление наложенная на график мареграмма Сосновецкого футштока. При этом видно, как интенсивно идет, например, приливное течение при давно уже понижающемся горизонте. Грубо говоря—момент смены течений близок к теоретическому, т.-е. моменту средней воды; детальная же зависимость между колебанием горизонта и направлением и величиной скорости, как видно из дальнейшего, в высшей степени сложна и трудно уловима.

Выявленные графиком и отмеченные выше особенности характеризуют в некоторой степени общий режим течений южной части Горла. Однако, несмотря на кажущееся преобладание в разных областях разных течений, усмотреть наличие какого-либо постоянного течения при столь сильных приливно-отливных течениях можно было бы только из анализа достаточно длительных и гораздо более подробных исследований. Тогда, если бы удалось обнаружить где-либо преобладание расхода, было бы

[1]) См. морские карты и Лоцию Б. М.

налицо указание на существование постоянного течения. В нашем же случае сравнение приливной и отливной площадей было бы слишком грубым и случайным и могло бы привести к ложным выводам.

Однако попытка несколько раз'яснить этот вопрос при помощи анализа другого фактора, менее подверженного случайным влияниям,—солености, может привести к весьма ценным результатам.

Солевой и температурный режим.

Солености отложены на графике от соответственных горизонтов наблюдений, условно принятых равными максимальной солености, встреченной на данной глубине.

Полученные таким путем кривые поражают закономерностью и теснейшей связью с направлением и величиной скоростей течения: с отливом солености по всему сечению понижаются и всюду в конце отлива падают до минимума, с приливом же, наоборот, растут и достигают максимума тоже к моменту смены течений; точно также, когда скорости в какой либо точке профиля сильно отклоняются влево, т.-е. к Сосновцу,—соленость, вследствие подхода воды от более пресной станции начинает убывать. При отклонении вектора вправо, т.-е. к Зимнему берегу, имеет место обратное явление [1]). Этим и об'ясняется наблюдаемое в некоторых местах смещение максимумов и минимумов солености относительно моментов смены течения, так как такому моменту всегда предшествует отклонение скоростей (см. стр. 27).

Немалый интерес представляет и изменение температур, также представленное на рассматриваемом графике. Происходит оно, что весьма характерно для Горла, в очень небольших пределах, но вполне закономерно и опять таки в тесной связи с изменением скоростей течения. Кривые температуры построены обратно-аналогично кривым солености, т.-е. горизонт наблюдения приравнен минимальной (а не максимальной) температуре, так как всюду, кроме станции № 44, минимум $S^0/_{00}$ совпадает с максимумом t°, и наоборот; иными словами, с приливом температура везде, кроме ст. № 44, падает, а с отливом повышается. Обратный режим ст. № 44, особенно ярко наблюдаемый в придонных ее слоях, представляется весьма замечательным и едва ли может быть приписан случайным причинам.

[1]) Сказанное об отклонении скоростей относится лишь к ст. №№ 44 и 45.

Получив из беглого обзора совместных графиков представление о ходе изменения солености и температуры по приливной фазе, перейдем к более детальному ознакомлению с солевым режимом Горла.

Особенности солевого режима.

Характеризуя его в общих чертах необходимо прежде всего признать его полную подчиненность режиму приливно-отливных течений. Благодаря этой зависимости солевой режим совершенно своеобразен, и основной его отличительной чертой является полная невозможность установления в Горле обычной вертикальной стратификации, обусловленной расположением вод соответственно плотностям. Это происходит потому, что охватывающие Горло приливные течения очень сильны и, кроме того, непрерывно меняют свое направление, чем вызывается сильное перемешивание вод различных слоев, приближающее распределение солености к гомохалинности и почти совершенно выравнивающее температуры.

Это отмечалось проф. К. М. Дерюгиным в 1922 г. и в общем подтвердилось и работами 1923 г.; можно с уверенностью сказать, что относительное расположение слоев входящих в Горло из Бассейна вод разной соленности, вообще говоря, сохраниться не может. Весьма интересным подверждением этому служит совершенно ненормальное распределение планктона на станциях 1923 г., где, как мне любезно сообщила М. А. Виркетис, обнаружены в поверхностных пробах организмы, живущие только в придонных слоях.

Однако при всем этом оказывается, что рассматриваемое нами сечение Горла вовсе не в каждый данный момент заполнено водами равной или весьма близкой солености.

Наоборот, обращаясь к таблице 1, в которой сопоставлены солености и температуры, имеющие место на каждой станции через каждые 2 часа лунного времени, легко видеть, что не только солености станций друг от друга отличны, но и вертикальное распределение соленостей обнаруживает в определенные моменты ощутимую стратификацию.

Так, увеличиваясь с отливом, последняя достигает, как максимума, следующих величин:

	на ст. № 44.	на ст. № 45.	на ст. № 46.
между 5 и 25 м.	0.84‰	1.07‰	— 0.08‰
между 5 и 50 (40) м.	1.45‰	1.35‰	—

[1]) Смотри примечание на стр. 31.

При приливе же стратификация сглаживается, достигая как минимума:

с поверхности до дна 0.06‰ -0.03‰ 0.00‰

т.-е. сменяется полной гомохалинностью.

ТАБЛИЦА 1.

Часы лунного времени.	Течение.	Ст. 44. Глубины (mt). 5	25	50	Стратификация 5—50	Ст. 45. Глубины (mt). 5	25	40	Стратификация 5—40	Ст. 46. Глубины (mt) 5	25	Стратификация 5—25	
0	Приливное	28.24	28.31	28.31	0.06	25.45	25.77	25.80	0.35	25.88	25.93	0.05	S‰
		6°.34	6°.26	6°.26	0°.08	7°.36	7°.01	6°.98	0°.38	7°.20	7°.20	0°.00	t°
2		28.40	28.36	28.58	0.18	26.00	25.98	25.97	—0.03	26.05	26.08	0.03	S‰
		6°.39	6°.27	6°.28	0°·11	7°.23	6°.92	6°.89	0°.34	7°.08	7°.08	0°.00	t°
4		27.76	28.24	28.80	1.04	26.15	26.19	26.35	0.20	26.18	26.18	0.00	S‰
		6°·45	(6°.28)	6°.35	0°.10	6°.86	6°.82	6°.75	0°.11	7°.00	7°.00	0°.00	t°
6	Отливное	27.32	27.96	28.77	1.45	25.95	26.17	26.28	0.33	26.06	26.06	0.00	S‰
		6°.21	6°.25	6°.40	--0°.19	6°·91	6°.82	6°.74	0°.17	7°.16	7°.05	0°.11	t°
8		27.26	27.57	28.66	1.40	25.27	25.95	26.20	0.93	25.96	25.88	--0.08	S‰
		6°.25	6°.20	6°.36	--0°.11	7°.26	6°.90	6°.78	0°.48	7°.23	7°.21	0°.02	t°
10		27.30	28.14	28.46	1.16	24.70	25.77	26.05	1.35	25.86	25.79	—0.07	S‰
		6°.30	6°.20	6°.32	--0°.02	7°.47	6°.97	6°.87	0.60	—	—	—	t°

Примечание: Положительный знак приписан стратификации, имеющей нормальный характер—т.-е. понижению с глубиной для t° и повышению с глубиной для S‰.

На первый взгляд появление вертикальной стратификации может показаться противоречащим приведенной характеристике Горловского режима и доказывающим недостаточное перемешивание вод приливными течениями. Однако, если бы это было так, стратификация солености непременно сопровождалась бы и со-

[1]) Ср. со стратификацией, наблюденной К. Дерюгиным в 1922 г. в соответственных горизонтах Бассейна:

	ст. № 30	№ 32	№ 33	№ 39	№ 3
5—25 mt.	0.93‰	1.88‰	2.17‰	1.99‰	2.06‰
5—50 mt.	1.60‰	2.55‰	2.73‰	—	2.88‰

ответственной [1]) стратификацией температур. Этого как раз нет, и нет потому, что стратификация соленостей обусловлена здесь совершенно особыми причинами и, прежде всего, самими же приливно-отливными течениями. Так, отливное течение, обладая наибольшей интенсивностью на поверхности, успевает переместить в поверхностных слоях гораздо большую массу вод, чем за то же время оно переместит в средних и придонных; соответственно чему и солености понизятся в верхних слоях больше, чем в нижних. Кроме того в начале отлива течение на поверхности отклонено к Терскому берегу, а у дна, наоборот, к Зимнему (см. стр. 28 и 40), что тоже влечет за собой опреснение верхних и осолонение придонных слоев, так как соленость на ст. № 44 всегда значительно больше, чем на ст. № 45. Влияние подобного отклонения скоростей на вертикальную стратификацию почти всегда больше влияния первой причины.

Создающаяся в результате к концу отлива заметная стратификация уничтожается приливом вполне подобно ее появлению, так как приливное течение также обладает большими поверхностными скоростями, которые в начале прилива отклоняются к Зимнему, в то время как придонные — к Терскому берегу, т.-е. обратно тому, как это было при отливе.

Разновременность смены течений в разных горизонтах тоже увеличивает вертикальную стратификацию; например, на ст. № 44 около 4 часов у дна еще идет прилив, в то время как на поверхности уже начался отлив, вследствие чего момент максимальной стратификации очень значительно опережает соответственный момент на ст. № 45.

Влияние всех этих причин довольно наглядно выражено графиком изменения солености поверхностных и придонных слоев ст. №№ 44 и 45 (черт. 3); сплошные кривые отвечают здесь отливному, двойные — приливному течению.

Следя за ходом солености на 5 мт. ст. № 45, мы в начале отлива (4 ч.) видим плавное и медленное понижение солености, ускоряющееся по мере увеличения скоростей отлива. В начале же прилива и даже несколько ранее его соленость растет очень резко, между тем как скорости течения в начале малы. Это и есть результат отклонения скоростей к Зимнему берегу (подход вод со ст. № 44), в то время как в начале отлива обратное отклонение скоростей понизить $S^0/_{00}$ не может в силу соседства ст. № 46, с очень мало отличной соленостью.

[1]) Т.-е. значительно большей, чем наблюдаемые ничтожные разности.

Следствием такого хода поверхностной солености является некоторое опережение моментами максимальной стратификации и полной гомотермии соответственных моментов смены течений.

Те же явления можно наблюдать и на станции № 44, но здесь прибавляется еще разновременность смены течений в разных горизонтах, очень ярко отразившаяся на графике: в конце прилива (3 ч.) соленость на 5 мт. резко падает, в то время как на глубине 50 мт. она еще повышается; в результате всего через 3 часа после почти полной гомохалинности ($d=0.20^0/_{00}$) наступает резкая стратификация ($d=1.45^0/_{00}$), и момент максимума и минимума последней уже далеко опережает соответственные моменты смены течений.

Лишь ст. № 46 (у Зимнего бер.) не обнаруживает никакой стратификации (см. таблицу 1) и это еще лишний раз подтверждает зависимость последней от неравномерности режима скоростей, так как ст. № 46 именно и характерна малой разницей поверхностных и придонных скоростей и почти одновременной и весьма закономерной их сменой.

Таким образом периодически возникающая в Горле с каждым отливом вертикальная стратификация не только не противоречит характерному для Горла подчинению солевого режима режиму течений, а скорее подчеркивает в какой мере точно распределение соленостей соответствует отдельным элементам этого режима.

Распределение солености. Разделение русла.

Вообще надо признать, что соленость, изменяясь очень постепенно и потому не реагируя на непродолжительные случайные влияния, является в то же время фактором весьма чутким; это не только позволяет пользоваться им для контроля и подтверждения результатов других наблюдений, но и побуждает отвести ему в дальнейшем исследовании главную роль.

Поэтому, ознакомившись с характером приливно-отливных течений и особенностями температурного и солевого режима и желая выяснить общую картину режима Горла, по крайней мере вблизи от нашего разреза,—обратимся вновь к соленостям, но уже в средних цифрах. Составленная для этого и приводимая здесь таблица 2-ая заключает средние выводы из таблицы 1-ой. Выводы эти оказываются весьма красноречивыми и позволяют сразу наметить наиболее характерные области живого сечения.

ТАБЛИЦА 2.

Характерные данные. \ Станции.		Станция № 44			Станция № 45			Станция № 46	
	Примерное место	3,5 миль от Сосн.			12 миль от Сосн.			9 миль от Мегр	
	Глубина места	около 70 m.			около 50 m.			29 m.	
	Горизонт наблюдений . .	5 m.	25 m.	50 m.	5 m.	25 m.	40 m.	5 m.	25 m.
Соленость.	После прилива . . S max	28,37	28,40	28,98	26,15	26,20	26,35	26,17	26,17
	После отлива . . . . S min	27,20	27,45	28,39	24,76	25,75	25,79	25,84	25,79
	Амплитуда	1,17	0,95	0,59	1,39	0,45	0,56	0,33	0,38
	Средняя ампл. станции.	0.90‰			0.80‰			0.35‰	
	Средняя соленость .	27,72	28,10	28,60	25,59	25,97	26,11	26,00	25,99
	Средняя соленость станции	28.14‰			25.89‰			25.99‰	
Температура.	После прилива . . .	6,45	6,30	6,43	6,85	6,82	6,70	7,00	7,00
	После отлива	6,20	6,20	6,26	7,53	7,01	7,00	(7,26)	7,25
	Амплитуда	—0,25	—0,10	—0,17	+0,68	+0,19	+0,30	+0,26	+0,25
	Средняя амплитуда станции	— 0.17°			+ 0.39°			+ 0.25°	
	Средн. температура .	6,32	6,24	6,33	7,18	6,91	6,83	7,13	7,11

В самом деле, сопоставляя средние солености отдельных станций, мы встречаем очень значительную разницу между ст. №№ 44 и 45. Средняя S‰ ст. № 44 оказывается выше средн. S‰ ст. № 45 на 2,25‰ в то время как ср. S‰ ст. № 46 очень мало отлична от ст. № 45. Наибольшая же разница между соленостями, наблюдавшимися одновременно на ст. 44 и 45, достигала 3,76‰.

Такая большая разница, резко разграничивающая сечение на две области, может существовать на расстоянии 8,5 миль, только непрерывно поддерживаясь извне; иными словами, необходимо

предположить в районах этих двух смежных станций различные и обособленные влияния. Максимальная и минимальная солености естественно намечают центры этих влияний, при чем, как и следовало ожидать, эти центры оказываются: первый—в придонных слоях у Терского берега и второй—в поверхностных слоях середины русла. Область же у Зимнего берега, характеризуемая ст. № 46, имеет весьма близкую к ст. № 45 среднюю соленость, но резко отличается застойным характером. Средние солености поверхностных и придонных слоев на ней совпадают (гомохалинность), чего нет совсем в других областях, а сопоставление амплитуд колебания солености наглядно подтверждает уже отмеченную сравнительно малую подвижность ее вод.

Таким образом, уже теперь, сопоставляя выводы из таблицы с режимом течений, можно определенно утверждать, что в данном сечении отливное течение, несущее опресненную воду, имеет наибольшее влияние в поверхностных слоях у Терского берега и особенно посередине русла, в то время как глубокая впадина у Терского берега является центром приливного влияния. Восточная же мелководная часть русла, оставаясь в стороне от этих влияний, заполнена водой мало изменяющейся солености, близкой к средней солености области отливного влияния, и является малодеятельной.

Температуры, приведенные во второй части таблицы по абсолютной величине, конечно, мало сравнимы, так как относятся к трем последовательным дням, сопоставление же средних амплитуд станций весьма интересно, особенно благодаря противоположным знакам амплитуд ст. №№ 44 и 45, чем, быть может, также подтверждается обособление их районов.

Изменение распределения солености по времени.

Еще более показательную картину протекающих в данном сечении Горла процессов дают представленные на черт. 2 (в тексте) схематические поперечные гидрологические разрезы, последовательно изображающие при помощи изохалин и векторов течения состояние живого сечения разреза через каждые 2 часа лунного времени.

Характерные только для прилива или только для отлива солености показаны на разрезах перекрестной штриховкой для лучшего оттенения центров обоих влияний. Под каждым профилем показаны условными стрелками направления и величины скоростей, имеющих место в данной точке и в данный час.

Проследим теперь разворачивающуюся перед нами динамическую картину сечения.

4 часа лунного времени есть, почти точно, момент затишья, момент смены по всему сечению приливного течения отливным. Последний профиль и отвечает этому моменту: скорости—минимальны, а у Зимнего берега даже равны 0, и сечение заполнено водой максимальной для данных $^1/_2$ суток солености, в этот момент наименее отличной в разных областях профиля. Далее начинает быстро нарастать отливное течение, имеющее наибольшую интенсивность в поверхностных слоях на ст. № 45.

На следующем профиле (6 ч.) ясно видно, как вследствие опресненного притока посередине русла и в поверхностных слоях изохалины становятся более пологими, чему способствует и отклонение поверхностных скоростей влево, а придонных вправо; посередине клинышком врезается новая меньшая соленость; приливные же воды все еще как бы медлят уходить из своих глубин, благодаря чему на ст. № 44 имеет место максимальная вертикальная стратификация (ср. график хода солености черт. 3). После 6 часов отливное течение становится еще интенсивнее, клинышек его растет и к 8 ч. все сечение значительно распреснено, изохалины еще «уложены» и приливные соленые воды отжаты на дно впадины у Терского берега.

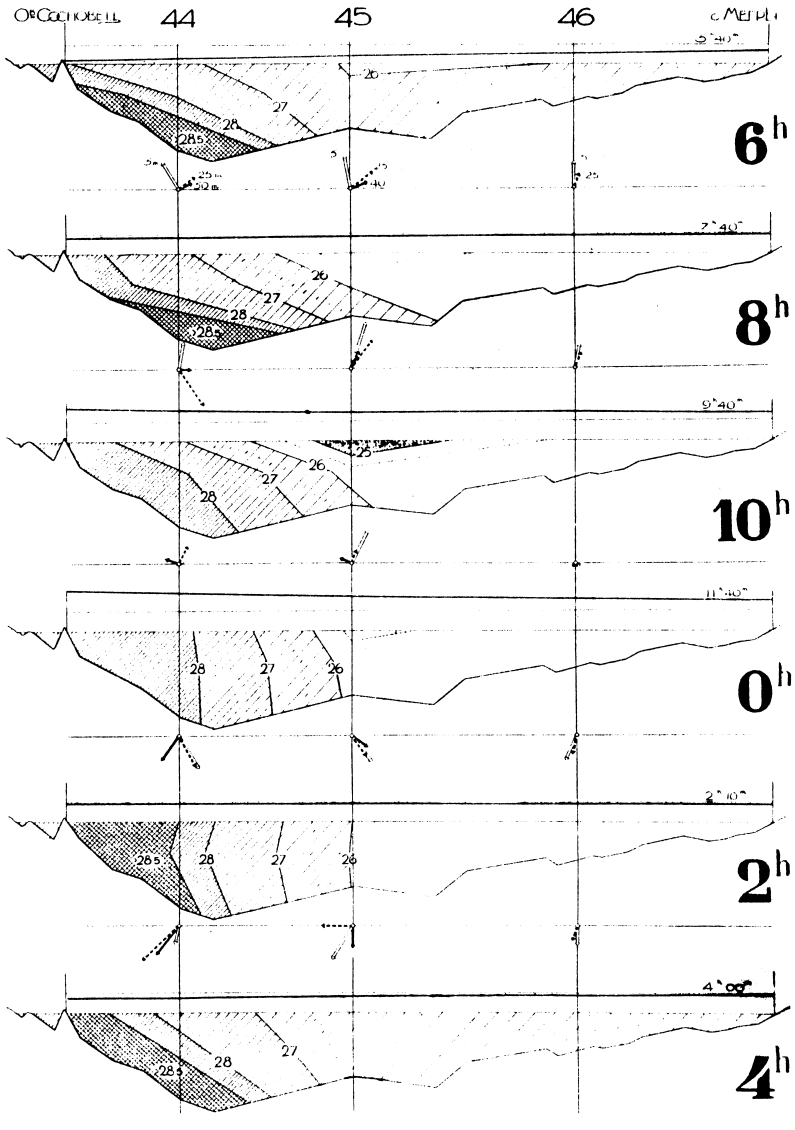
К 10 часам отливное течение на исходе; на ст. № 46 даже появились первые еле заметные признаки прилива, и все сечение достигло наибольшего распреснения, так что специфическая „приливная соленость" — 28,5‰ совершенно отсутствует. Благодаря очень значительному опреснению поверхностных вод наступает момент максимальной вертикальной стратификации на станции № 45, а одновременно и наибольшего различия соленостей по профилю. Далее, ясно видно соответствующее концу отлива отклонение поверхностных скоростей вправо, придонных—влево, следствием чего является заметное уже здесь и ярко проявившееся далее выпрямление изохалин.

В 0 часов, как нетрудно видеть, следует уже повсеместный прилив, наиболее интенсивный у Терского берега. Изохалины быстро выпрямляются, и из почти горизонтальных становятся в почти вертикальное положение, сопровождаемое далее отжиманием их от Терского берега. Само собой ясно, что вертикальное положение изохалин отвечает моменту наибольшей гомохалинности (на ст. № 44—0 ч., на ст. № 45—2 ч.). Отжимание их едва ли будет ошибочным об'яснить воздействием океанской приливной волны, подходящей к Горлу, как известно, от NNO, заворачиваю-

Черт. 2

Схематический поперечный разрез Горла

с показанием распределения солености, течений и положения уровня моря через каждые 2 часа лунного времени



щей около Канина Носа и при входе в Горло встречающей препятствие в виде Терского берега. Задержанная в своем движении и стесненная мелководьем, волна вызывает здесь высокие амплитуды прилива и скользит, тесно прижимаясь к Терскому берегу. постепенно заворачивает к S и входит в Южную часть Горла, поднимая и здесь уровень у западного берега гораздо выше, чем у восточного. Этим об'ясняется и выпрямление изохалин, ибо разность уровней у берегов пролива и есть причина отклонения скоростей, в данном случае на поверхности вправо, а у дна влево.

При подобном движении волна прилива увлекает с собой тесно прижатые к Терскому берегу массы плотной соленой воды, и отжимает пресноватую воду к середине русла, благодаря чему изохалины, сохраняя почти отвесное положение, перемещаются параллельно самим себе вправо, так что на следующем профиле—2 часа л. врем.—вновь появляется „приливная соленость"—28,5‰. Думается, что вертикальное положение изохалин возможно только, как форма подвижного равновесия, т.-е. до тех пор, пока образовавшиеся языки вод разной плотности находятся в достаточно быстром движении, особенно, если скорость одних превышает скорость других.

С уменьшением скорости должна появиться тенденция к горизонтальному напластованию, отвечающему состоянию покоя. Отчасти этим, а гораздо более соответственным отклонением поверхностных и донных скоростей и об'ясняется появившийся к концу прилива,—4 часам—наклон изохалин, ибо влияние отливного течения здесь сказаться еще не могло.

В прослеженном цикле вновь с чрезвычайной наглядностью выявилась физиономия отдельных районов профиля и вполне подтвердились предшествовавшие выводы. Действительно, район мелководья у Зимнего берега ясно отразил свой застойный характер и однообразную соленость; районы же ст. №№ 44 и 45 показали себя весьма деятельными, хотя и различно. При этом подчинение их противоположным влияниям настолько резко бросается глаза, что едва ли требует пояснений.

Неустойчивость и сбивчивость режима скоростей Терского района хорошо согласуется с обстоятельствами входа приливной волны и ее борьбой с сильным здесь отливным течением, тем более, что в такой стесненной обстановке возможны неоднократные отражения донных волн и ударов.

Станция же № 45 удалена от берегов, и потому отличается общей закономерностью явлений, нарушаемой лишь особенностями соседствующего режима.

Причины разделения русла.

Таким образом и общий солевой режим в данном сечении Горла и разделение русла его на ряд областей резко различного режима можно считать не только установленным, но и наглядно иллюстрированным.

Остается теперь попытаться отыскать причины, приводящие к подобному разделению русла, чем до известной степени подтвердится и правдоподобность сделанных выводов. Материалов для исчерпывающего установления этих причин, конечно, недостаточно, почему, указывая далее некоторые из них, необходимо заранее отказаться от их сравнительной оценки.

Прежде всего обращает на себя внимание отклоняющая сила вращения земли, несомненно, стремящаяся отливное течение прижать к Зимнему, а приливное к Терскому берегу; при больших скоростях Горловских течений и немалой широте места влияние этой силы должно быть значительным, чему мы имеем подтверждение в общеизвестном факте [1]) выхода Двинских вод тесно вдоль Зимнего берега. В Горле прижимание отливного течения к Зимнему берегу должно быть особенно заметно у выступающих его точек:—у Зимнегорского маяка и у Инцов; вообще же, отмелость берега и его начертание мешает подобному прижиманию (см. режим ст. № 46) и главные массы отлива в широких местах Горла держатся его середины.

Здесь и должно обнаружиться влияние выходящего с отливами сточного течения, создающего местное преобладание отливного расхода над приливным, сосредоточенное в силу опресненности вод стока именно в поверхностных слоях.

Уже этих двух причин—влияния вращения земли и наличия сточного течения—было бы, вероятно, достаточно для создания распределения солености, подобно наблюденному; тем более естественным пришлось бы признать это распределение, если допустить существование в Горле двух компенсационных течений: соленого из Океана и опресненного из Бассейна. Однако и помимо такого допущения, обоснование коего будет дано ниже, можно указать еще ряд причин, способствующих наблюденному разделению русла.

---

[1]) Лоция Бел. Моря. Ежегодники гидрометр. набл. ГГУ, работы К. М. Дерюгина в 1922 г.

Так, влияние рельефа дна и начертания береговой линии сказывается не только в установлении характерного режима района ст. № 46 и выводе отливных вод на середину русла.

То обстоятельство, что дно Горла значительно выше дна Бассейна, при чем бо́льшие глубины идут вдоль Терского берега, в то время как Зимний берег более отмел,—должно способствовать разделению питающих Горло вод уже при самом входе, благодаря естественному порогу неравной вышины; в восточную часть Горла получат доступ лишь воды верхних слоев Бассейна, т.-е. воды менее соленые и более теплые, чем те, что проникнут у западного берега с больших глубин. До некоторой степени это подтверждается сравнением средних соленостей различных слоев станций Бассейна (см. К. Дерюгин 1923 г.) и Горла. Так:

на ст. № 33 средн. S‰	из 5,25 и 50 м.—28.03‰
на ст. № 44 средн. S‰	из тех же гориз.—28.14‰
на ст. № 39 средн. S‰	из 5, и 25 м.—26.52‰
на ст. № 46 средн. S‰	из тех же гориз.—25.99‰

Подтверждение этому можно видеть и в отмечавшемся уже обратном ходе температур на ст. № 44, где, в отличие от других районов, t° с отливом понижаются. Сравним:

на ст. № 34 средн. t°	для 0—65 м.—ок. 3°,5 C
	а для 0—50 м.—ок. 5° C
на ст. № 39 средн. t°	для 0—50 м.—ок. 6°,15 C

т.-е. при входе в Горло у Терского берега воды холоднее, чем у Зимнего (что вполне понятно), и при том, вероятно, настолько, что t° вод, обращающихся в самом проливе, оказывается промежуточной между ними, чем быть может и об'ясняется падение отливом у Терского берега и повышение ее в остальной части русла.

Не меньшее влияние на распределение соленостей по профилю имеет и направление входа океанской приливной волны, прижимающейся, как указано, к Терскому берегу и ищущей, несомненно, глубоких мест, почему и здесь рельеф дна должен иметь большое значение, тем более, что океанический прилив, неся воды большей плотности, может сравнительно прочно заполнять желобы и впадины.

Наконец, напомним еще приведенную выше аналогию с приливным устьем, так как последняя, будучи по существу вероятной, не противоречит распределению ни скоростей, ни соленостей (см. стр. 27).

Некоторые причины течений.

Прежде, чем перейти к приложению всех сделанных выводов к освещению некоторых общих вопросов гидрологии Белого моря, вернемся еще раз к одному интересному вопросу режима течений.

Схематические разрезы, представленные на чертеже 2, позволяют показать весьма наглядно одну из причин, обусловливающих направление скорости течения в данном месте и в данный момент времени.

Условия входа в Горло приливной волны создают разные амплитуды колебания уровня у Терского и Зимнего берегов. Следствием этого неизбежно является поперечный уклон водной поверхности в Горле то в одну, то в другую сторону. На черт. 2 над каждым профилем схематически в искаженном масштабе показано положение мгновенного уровня на разрезе Сосновец-Мегры, с указанием моментов лунного времени, к которому положение относится. Тонкой линией показано среднее положение уровня. Данные для них заимствованы благодаря любезности Гидрометр. части Гл. Гидр. Упр. из составленных Б. П. Орловым для Белого моря карт мгновенного состояния поверхности моря (карт изогипс.) Небольшое расхождение в моментах для нашей цели значения не имеет.

Сравнивая положения уровня с соответствующими скоростями, нельзя не заметить здесь полной закономерной связи: именно, поверхностные скорости отклонены, за редкими исключениями, в сторону уклона уровня; придонные же скорости — в обратную сторону; промежуточные присоединяются либо к поверхностным, либо к донным, чаще же имеют среднее направление. Такая зависимость должна быть признана вполне естественной, ибо в простейшем случае направление поверхностной скорости жидкости всегда совпадает с направлением наибольшего ската; при встрече же какого либо препятствия (берег) сейчас же вызывается обратное движение нижних слоев. Аналогично этому наличие в Горле поперечного уклона водной поверхности придает поверхностным скоростям поперечную же составляющую, отклоняющую скорости к тому или иному берегу; а угол встречи с последним, грубо говоря, определит по законам отражения направление придонной скорости, которая получит т. о. составляющую обратного направления. При повороте поверхностной на некоторый угол, она тоже будет стремиться повернуться на такой

же угол, но в обратную сторону, т.-е. окажется связанной с поверхностной скоростью зависимостью обратного вращения. Таким образом эта схема вполне удовлетворительно об'ясняет не только связь между положением уровня и направлением скоростей, но и описанное выше (стр. 28) вращение скоростей течения именно в разные стороны на поверхности и у дна.

Самый же факт вращения зависит от характера постепенного изменения вида мгновенной поверхности вод Горла.

Благодаря сложным условиям распространения приливной волны изогипсы ее поверхности не могут перемещаться поступательно, как это имело бы место при перемещении волны, ничем не стесненной. Действительно, упомянутые выше карты ясно обнаруживают периодическое вращение изогипс для большинства пунктов Горла. Следствием этого и является отмеченный для многих районов Горла вращательный характер смены скоростей течения, ибо теоретически направление поверхностной скорости должно было бы всегда совпадать в данной точке с нормалью к изогипсе.

Несомненно, что в известной степени подобная связь должна сохраниться и в действительности, несмотря на нарушение ее различными местными причинами, и выяснение ее явилось бы весьма интересным и практически полезным.

Попытка беглого сравнения карт изогипс поверхности с зами течений вообще подтверждает такую связь, и как будто позволяет отметить отставание вектора поверхностной скорости от теоретического направления на больший или меньший угол. Повидимому, это об'ясняется инерцией больших движущихся водных масс, так как под берегом, где массы обладают меньшей инерцией и меньше подвержены влиянию соседних масс, замечалось лучшее совпадение [1]). Взаимодействие вод с берегом и дном и различные случайные факторы также должны существенно отражаться на исследуемой зависимости.

Думается, что если подобная связь вида поверхности со скоростями практически установима, то в некоторых случаях она может быть весьма полезна при составлении карт изогипс, а равно и при изучении течений; в отношении же Горла ею установлена причина появления столь резко изменяющих распределение солености „поперечных“ и „сбойных“ скоростей (хотя последние могут вызываться, кроме периодических причин и случайными) и дано

[1]) Вероятно не только направление, но и величина скорости стоит в связи с видом мгновенной поверхности, именно с густотой изогипс (градиент).

общее обоснование режиму приливно-отливных течений, имеющих в Горле главенствующее значение. Возможности существования течений иного происхождения освещены в следующей главе.

2. Продольные разрезы Горла 1922 и 1923 г.г.

В предшествовавшем изложении были использованы материалы единственного выполненного в Горле поперечного разреза, почему и все выводы освещают режим лишь незначительного района, непосредственно прилегающего к данному сечению.

В виду большого интереса, какой представила бы даже самая общая характеристика солевого режима всего пролива, режима, от которого зависит решение вопроса о поддержании солености Бассейна,—необходимо было использовать и продольные разрезы Горла, произведенные в 1922 и 23 г.г.

Однако значительное колебание солености с приливно-отливными течениями исключало возможность обычного проведения изохалин между отдельными станциями, отвечающими самым различным фазам течения. Поэтому для каждой станции было вычислено лунное время и по аналогии со станциями поперечного разреза, а также, сообразуясь с розами течений (с морских карт) и некоторыми непосредственными наблюдениями, были примерно установлены отвечающие каждой станции фазы течения. Это позволило в грубом приближении заменить наблюденные случайные значения солености средними значениями (за 13 ч.), по которым и построены оба приводимых на черт. 3 продольных разреза:

Летний берег — Сосновец, ст. №№ 30 — 36 1922 года.
и Сосновец — Святой Нос, ст. №№ 44 — 51 1923 года.

Иначе говоря, изохалины на них занимают как бы среднее положение, относительно которого они с приливом передвигаются к Бассейну, а с отливом — к Океану.

Соединение обоих разрезов в один комбинированный было бы неправильным, как вследствие некоторого понижения солености в 1923 г. против наблюденной в 1922 г., так и вследствие того, что разрез 1922 г. прошел значительно мористее, чем в 1923 г., что, при быстром наростании соленостей к Терскому берегу, грозило при комбинации большими ошибками. Конечно, и описанный выше прием построения самых разрезов является весьма неточным, почему их и необходимо рассматривать лишь как схему, но схему довольно показательную.

Особенно ярко отражает она резкий переход от типичного режима Бассейна с его обычной стратификацией соленостей и низкими температурами к своеобразному режиму Горла, приближающемуся к гомохалинности и почти совершенно гомотермичному.

Графически этот переход выражен стремлением изохалин занять круто наклонное положение, как только благодаря сужению пролива дают себя знать все более и более сильные приливные течения; при этом верхние слои, как наиболее подвижные, раньше всего подчиняются перемешивающему воздействию течений, как это заметно по изохалине 27‰ между ст. №№ 33 и 34. Граница же нижележащей области малоподвижных вод, намечаемая точками перегиба изохалин кверху, ярче всего установима по распределению температур, так как только очень малоподвижные воды еще могут сохранить присущие глубоким слоям Бассейна низкие температуры. Это наглядно иллюстрируется заштрихованной на разрезе областью отрицательных t° (по изотерме 0°), резко обрывающейся у самого входа в Горло, образуя как бы порог соленых и плотных вод.

Далее, уже для пролива, интересным и характерным является то, что несмотря на общее осолонение по мере приближения к Океану, в Южной части Горла, смежной с Бассейном, разрез обнаруживает падение солености. Точнее: в поверхностных слоях соленость непрерывно повышается, а в придонных — довольно значительно падает, благодаря чему изохалины 29‰ и даже 28,5‰ на разрезе *прерываются* и появляются снова лишь очень далеко — почти у Сосновца. Это необходимо об'яснить тем, что воды Бассейна входят с отливом в Горло, перемешиваются и приобретают некоторую среднюю соленость, бо́льшую солености поверхностных вод Бассейна, но меньшую солености придонных слоев.

Резче всего это явление, вероятно, около середины входа в Горло, значительно сглаживаясь к обоим берегам.

Отметим далее характерный чаклон, присущий всем изохалинам в области Горла и особенно пологий в Южной его части. Такое среднее положение изохалины есть следствие подробно освещенной выше своеобразной Горловской стратификациии, появляющейся с отливом и исчезающей с приливом. Следовательно необходимо представлять себе, что помимо перемещения всей изохалины к Бассейну или от него, она с приливом выпрямляется, становясь почти вертикальной, с отливом же, отодвигаясь к Океану, вместе с тем „ложится", занимая положение еще более пологое, чем показано на чертеже. Зная амплитуду колебания солености

для данной станции, можно легко получить представление о пределах перемещения изохалин. Так, например, средн. амплитуда колебания $S^0/_{00}$ на ст. № 44 = $0{,}90^0/_{00}$ — следовательно изохалина $28^0/_{00}$ должна переместиться за это время в пределах расстояния почти такого, как от ст. № 44 до ст. № 47. Однако это совсем не значит, что воды Горла действительно переместятся на такое расстояние, ибо уже указывалось, что повышение солености происходит не только вследствие продольного перемещения вод по Горлу, но и благодаря поперечному сдвигу, именно, от Терского берега к середине. Это весьма наглядно подтверждается поперечным разрезом (черт. 3) и диаграммами прогрессивных векторов, вычерченными на расположенной под разрезами карте для течений поверхностного слоя станций №№ 44, 45 и 46.

Общее среднее распределение соленостей по всему проливу ясно из сопоставления поперечного и продольного разрезов (черт. 3).

Можно сказать, что вдоль Терского берега тесно прижимаясь к нему глубоко в Южную часть Горла входят „дышащие" с приливами языки соленой воды, как бы стремясь дотянуться до соленых глубин Бассейна. Всегда ли удается хотя бы первому из них сомкнуться с этими глубинами сказать пока нельзя; возможно, однако, что в летнее время они разобщаются аналогично тому, как это видно на разрезе. Со стороны же Зимнего берега тянется постепенно исчезающий к северу язык опресненной воды, начиная от Инцов, несомненно выходящий на середину русла, вклиниваясь между языком соленых вод и однообразными водами зимнебережских мелководий.

Вместе с постепенным повышением солености по мере приближения к Океану изохалины все более и более приближаются к вертикальным. Это есть следствие постепенного исчезновения стратификации благодаря ослабеванию причин, от которых она зависит, именно, неравномерного распределения по сечению скоростей течения, а равно и всех других причин, приводящих к обособлению районов или имеющих значение для неравномерного распределения соленостей по сечению; таковы, например, подход сильно опресненных „Двинских" вод и распределение входящих в Горло вод Бассейна сообразно глубинам.

В южной части Горла совокупность приведенных причин еще достаточна для поддержания своеобразной стратификации несмотря на неблагоприятные для сего условия; севернее же Орловских кошек влияние этих причин падает и, вероятно, во все моменты имеет место полная или почти полная гомохалинность. Подтверждение этому можно видеть в совпадении цифр $S^0/_{00}$ на ст. № 51 (против Святого Носа) вплоть до второго знака во всех горизонтах при почти полной гомохалинности и на ст. № 52 (прот. Лумбовских о-в). Эти станции расположены на глубоком фарватере, так что тем вероятнее это явление на обширных мелководьях предгорловского пространства, кроме, конечно, тех областей, где почему либо стихают приливно-отливные течения или выходят сильно опресненные воды (Мезень).

IV. Вопросы водообмена с С. Лед. Океаном и питания Бассейна Белого моря.

Использовав все, что могли дать материалы работ 1922 и 1923 г., попытаемся, несмотря на всю их недостаточность, приложить полученные выводы к решению одного из важнейших вопросов гидрологии Белого моря—вопроса о водообмене между Баренцовым и Белым морями и поддержании солености последнего.

С этой целью установим прежде всего те из элементов водообмена, которые, являясь несомненными, смогут служить основанием для дальнейших заключений.

Примерный подсчет показывает, что общее количество пресного притока, за вычетом испарения, составляет для Бассейна около 140—150 куб. километров в год [1]). Такое количество воды, будучи распределено по всей поверхности Бассейна, подняло бы уровень последняго более чем на 2 метра; следовательно, налицо более чем достаточная причина для образования сточного течения, которое и есть первый несомненный элемент водообмена. Вторым же надо признать несомненно происходящую извне компенсацию общей солености Бассейна, ибо иначе, принимая в себя пресные воды, а вынося соленые, Бассейн непрерывно бы опреснялся. Наконец, факт заполнения больших глубин Бассейна такими соленостями (до 30,34%), какие едва ли могли бы образоваться в самом Бассейне даже при льдообразовании, заставляет предполагать проникание высоких (30,50%) соленостей через Горло, что также может быть признано достоверным элементом водообмена.

1. Возможность питания глубин Бассейна.

Вспомнив характерное для Горла обособление областей разнородного влияния, мы должны будем признать, что сточное те-

[1]) 120 куб. км. дает речной сток, исчисленный по изд. КЕПС'а—т. II Северная область. Н. А. Копылова; остальное приходится на осадки, учтенные приблизительно по климатич. атласу Небольсина.

чение выходит в Океан вместе с отливами и, следовательно, пользуется, как и они, серединой Горла (в южной его части) и по преимуществу поверхностными слоями. Опресняя Бассейн, оно приводит к разности плотностей вод Баренцова и Белого морей; такая разность, вообще говоря, должна стремиться создать между морями систему двух течений, которая компенсировала бы соленость Бассейна. При этом соленое океаническое течение несомненно входило бы в Бассейн с приливами, пользуясь, следовательно, областью приливного влияния, т.-е. глубоким желобом вдоль Терского берега.

Однако, Горло, даже в южной своей части, настолько широко и воды смежных морей, склонные к обмену, раз'единены таким обширным пространством, что, несмотря на значительную величину стока, вызываемые им течения должны быть чрезвычайно слабыми. Действительно, как показывает примерный подсчет, сточное течение, если бы пользовалось лишь $^1/_8$ живого сечения, имело бы против Сосновца среднюю годовую скорость около 2 см. в сек. Между тем приливно-отливные течения, господствующие на всем пространстве Горла, чрезвычайно сильны (до 4—6 узлов; против Сосновца до 209 см. в сек.—более 4 узл.), и обусловливают настолько энергичное перемешивание вод, что высокие океанические солености не могут сохраняться в Горле, так что по мере продвижения от Океана к Бассейну соленость быстро уменьшается, падая у входа в Бассейн даже ниже солености прилежащих глубоких и средних слоев Бассейна (см. стр. 43 и черт. 3). Можно сказать, что Горло в это время играет роль „пробки", исключительным режимом раз'единяющей смежные бассейны и мешающей проникновению высоких солностей.

Таким образом, если и сохраняется в это время океаническое течение, оно приносит воду недостаточной солености, т.-е., хотя и способствует компенсации средней солености Бассейна, но не питает его глубоких слоев водами высокой концентрации. Следовательно, надо допустить возможность этого питания в другое время года.

Таким временем является повидимому зима, именно ее последние месяцы, когда вследствие льдообразования повышается не только соленость Баренцова моря но, главное, непосредственно солонеют обращающиеся в Горле воды. О размерах и ходе колебания солностей интересующих нас районов можно легко судить по приводимой табличке средних месячных и средних годовых прибрежных маячных определений (поверхность), составленной по Ежегодникам гидрометеорологических наблюдений Главного Гидрографического Управления.

	1910		S‰	1911	
	Средние годовые солености.				
Святой Нос	34.30%			34.16%	
Сосновец (из 8 мц. V—XII)	29.86%			29.48%	
Зимнегорский	23.05%			23.18%	
	Максимальные средние месячные солености.				
Святой Нос	34.98	(I, XII)		34.70	(I, II, и IV)
Сосновец	30.50	(XII)		30.39	(V)
Зимнегорский	29.20	(III)		28.80	(IV)
	Минимальные средние месячные солености.				
Святой Нос	33.79	(VI—IX)		33.53	(VI)
Сосновец	28.94	(V)		28.40	(VI)
Зимнегорский	15.40	(V)		14.33	(V)

О повышении глубинных солностей Горла дают представление наблюдения, произведенные зимой 1923 г. на ледоколе „Сибиряков", любезно сообщенные мне Г. Е. Ратмановым [1]). Приводимые ниже данные относятся к станциям, показанным на карте черт. 3 треугольниками и соответственным №-ом.

№	Дата.	Глуб. mt.	t°C	S‰	Примечания.
13.	9. III.	0	—1.5	28.22	Ледяные поля, бит. лед 7 балл.
$\varphi^\circ = 66°12'$	10^h—11^h.	5	—1.5	28.30	Общ. глубина места — 30 mt.
$L = 40°45'$		10	—1.5	28.35	
		20	—1.5	28.39	
		29	—1.6	28.33	

Соленость ближайшей станции эксп. 1923 г.

Ст. 45.	Средн. S‰
5 mt.	25.59
25 mt.	25.97
40 mt.	26.11

№	Дата.	Глуб. mt.	t°C	S‰	Примечания.
24.	20. III.	0	—1.6	30.37	Ледяные поля, бит. лед 9 балл.
$\varphi^\circ = 66°45'$	10^h—10^h45^m	5	—1.6	30.39	Глуб. места —35 mt.
$L = 41°55'$		10	—1.7	30.39	
		20	—1.6	30.32	
		30	—1.6	30.26	
		33	—1.6	30.26	

[1]) Ныне опубликованы. Вып. 3. Гидрометр. наблюдения Гидрографических Экспедиций ГГУ. 1924.

Соленость ближайшей станции
эксп. 1923 г.

Ст. 47.	S‰
0	29.33
10	29.40
15	29.45
40	29.40

Заметим, что ст. № 47 несколько западнее ст. № 24 „Сибирякова", почему, следовательно, ее солености несколько преувеличены по сравнению с последней. Принимая грубо повышение солености зимой (III, IV) против летнего времени и, именно, времени нашего разреза, равным 2‰ или несколько более, докажем до известной степени возможность проникновения в Бассейн зимой вод концентрацией около 28,5 + 2 = 30,5‰ или даже до 31‰, что достаточно для питания глубинных слоев Бассейна (максимальная наблюденная их соленость = 30.34‰).

Вместе с тем зимой увеличивается и вероятность установления океанического течения, так как, насколько можно предполагать, в зимнее время совершенно отсутствует порог более соленой и плотной воды, образующийся летом у выхода в Бассейн (см. стр. 43 и черт. 3) и, надо думать, сильно мешающий входу вод Горла в Бассейн.

2. Схемы компенсации солености Бассейна

Таким образом вопрос о возможности компенсации солености и питания глубоких слоев Беломорской впадины получает, хотя и самое общее, но вполне вероятное истолкование; лишь самый „механизм" проникновения в Бассейн вод повышенной солености остается еще мало выясненным и здесь можно привести лишь ряд предположений.

Всего естественнее исходить при этом из факта разности средних соленостей смежных с Горлом районов Белого и Баренцова морей и, как следствие этого, допустить образование системы постоянных или периодических двух компенсирующих друг друга течений: одного входящего с приливами и создающего, следовательно, преобладание приливного расхода у дна под Терским берегом, и другого, присоединяющегося к сточному течению из Бассейна и вместе с ним выходящего с отливами,

увеличивая соответственно преобладание отливного расхода на поверхности и по середине русла [1]).

Такое предположение как нельзя лучше согласуется с установленным ранее обособлением районов русла и распределением по нему соленостей (см. черт. 2), равно как и со всеми соображениями о влиянии рельефа дна пролива, начертании его берегов, обстоятельствах входа приливной волны и пр. Единственное противоречие встречается лишь в начертании изохалин на продольном разрезе—Летний берег—Сосновец, представленном на чертеже 3. Здесь, между станциями №№ 33 и 34, можно видеть как бы порог более плотной и соленой воды, в то время как примыкающие к нему воды Горла имеют меньшую соленость. Иначе говоря, солености смежных с Горлом средних и глубоких слоев Бассейна оказываются далеко разобщенными с одноименными соленостями Горла, что плохо согласуется с предположением о придонном течении из Горла в Бассейн.

Этим, однако, еще не исключается возможность проникновения такого течения в Бассейн мимо данного разреза, например к NW от него. Действительно, представляется весьма вероятным, что пройди разрез не около середины русла, а ближе к Терскому берегу, результаты получились бы иные: не только изохалины Горла оказались бы смещенными к Бассейну, ибо разрез попал бы в область приливного влияния (см. попер. разрез черт. 3), но и самый „порог", вероятно, оказался бы значительно смягченным, т.-е. плотные соленые воды не залегали бы так высоко, как на станциях №№ 33 и 34. Подтверждением этому служит нижеследующее сопоставление S‰ станций 1922 года [2]).

Глубины мт.	Станции № № 6	5	4	3	33	34
0	25,37	26,33	25,77	25,68	25,43	27,34
5	25,39	26,38	26,26	26,47	26,40	—
10	25,53	26,64	26,74	28,13	26,87	27,47
25	26,94	27,70	27,74	28,53	28,57	27,90
50	28,48	28,73	28,42	29,25	29,13	28,13
75	29,07	29,16	29,25	29,25	—	28,80 (65 м.).
100	29,38	—	—	—	—	—

[1]) Предположение о существовании постоянного течения из Океана вдоль Терского берега неоднократно высказывалось различными авторами. Разумеется, постоянными и компенсационные и сточное течения названы здесь по постоянству порождающих их причин и общего направления, т. к. в каждый данный момент направление Горловских течений всецело определяется приливно-отливными течениями.

[2]) К. Дерюгин. К Гидрологии Белого Моря. Зап. по Гидрографии Том XLVII. 1923.

Распределение соленостей на ст. № 33 весьма близко отвечает режиму ст. № 3, что, вероятно, можно поставить в связь с направлением приливно-отливных течений. Станция № 3 есть центр холодно- и солено-водной области, обнаруженной здесь как работами 1922, так и 1923 г.г., имеющей очень ограниченное распространение, как это показывают станции №№ 30, 2, 39, 34 и 4, лежащие все уже вне ее границ. При таких условиях нет оснований ожидать значительного ее распространения и к N или NNW, т.-е. к Терскому берегу. Гораздо больше шансов встретить в районе между станциями №№ 33 и 34 и Терским берегом солености, пониженные, по сравнению с этими станциями, аналогично их понижению от станции № 3 к №№ 4, 5 и 6, тем более, что это вполне согласуется с направлением приливно-отливных течений; именно, соленость в этом районе на глубине 50—70 метров окажется едва ли выше 28‰—28,25‰ [1]). (См. карту черт. 3).

Иначе говоря даже в летнее время совершенно не исключена возможность смыкания хотя-бы с приливами разобщенных на разрезе 1922 г. изохалин (28,5‰ и 29‰) на больших глубинах у Терского берега, а значит и возможность существования летом океанического течения из Горла в Бассейн.

Тем более вероятно его существование зимой, когда, при значительном повышении солености вод Горла и обычном сглаживании стратификации в Бассейне, „порог" должен совершенно или почти совершенно исчезать.

Изложенная гипотеза возмещения теряемой со стоком солености системой двух компенсационных течений, будучи, как видно, вполне применимой к своеобразным условиям Горла, ближе всего подходит и к явлениям, наблюдаемым в других проливах, находящихся в относительно сходных условиях (Бельты, Босфор, до известной степени и Гибралтар). Однако, при всей ее правдоподобности, поверка ее непосредственными наблюдениями весьма затруднительна, так как, благодаря громадным поперечным размерам пролива, скорости постоянных течений едва ли достигают легко уловимых величин, в то время как приливно-отливные течения необычайно мощны. Действительно, если допустить даже, что каждое из компенсационных течений пользуется лишь 1/8 живого сечения, а разность средних соленостей океанического и Беломорского течений всего 2‰, сточное же течение выносит из Бассейна воды со средней S‰, равной 26‰, то против Сосновца мы вправе ожидать скорости в 26:2=13 раз большей соответственной скорости сточного течения, т.-е. всего в среднем около 20—25 см. в сек., вероятнее же, что гораздо меньшей. Обнаружение влияния подобных скоростей при чрезвычайно бурном режиме приливно-отливных течений, достигающих 200 и более см/сек., требует очень тщательных и длительных работ.

[1]) Это подтверждается и ст. № 317 Н. М. Книповича (Мурм. Н. Пром. Эксп., конец августа 1900 г.), дающей от 25 до 75 mt. S‰ = 28.22‰ и отличающейся гомотермией (от 25 до 75 mt. t° ... ок. 5°.5), в то время, как ст. № 34 1922 г. всего милях в 7.5 к SO обнаруживает резкую стратификацию вплоть до отрицательных t°.

При столь малой силе предполагаемых нами компенсационных течений, нарушаемых не только периодическим приливным воздействием, но, несомненно, сильно подверженных влияниям случайных факторов (ветер, атмосферное давление),—не вполне невероятной становится противоположная гипотеза компенсации солености без посредства течений, т.-е. как бы непосредственным обменом солености. Принимая ее, нужно предположить, что проникающая с приливом из Горла в Бассейн значительная масса вод некоторой средней солености, входя в соприкосновение с водами меньшей солености, теряет долю своей и возвращается с отливом, имея уже несколько пониженную среднюю соленость [1]). При этом не важно, будет ли здесь в точном смысле слова обмен соленостей, т.-е. уйдут ли с отливом те же частицы, что пришли, но с меньшей концентрацией - или произойдет обмен частиц; последнее, конечно, вероятнее при кратковременности и динамичности процесса.

Также, как и в предыдущей гипотезе, есть все основания предполагать, что питание Бассейна потребными для больших глубин водами высоких соленостей совершается только зимой, летом же происходит только некоторая компенсация средней солености Бассейна.

Думается, что первая из изложенных схем является более правдоподобной; исчерпывающее же их сравнение пока совершенно невозможно, тем более, что совсем не освещен еще вопрос о влиянии ветра, атмосферного давления и пр., да и самая система внутренних течений Белого моря, значение которой в данном вопросе очень велико, неизвестна даже частично. Во всяком случае, установленное для Горла обособление областей разнородного влияния и наличие некоторых зимних наблюдений, показав возможность проникновения в Бассейн вод достаточной для питания его глубоких слоев солености, делает обе гипотезы возможными.

[1]) К. Дерюгин. „К Гидрологии Белого моря". Зап. по Гидрографии. Том XLVII. 1923.

Не исключена возможность и того, что обе схемы питания имеют место одновременно, и тогда компенсация солености Бассейна есть их совместный результат.

V. КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ ГЛАВНЕЙШИХ ВЫВОДОВ.

Резюме всего изложенного можно представить в следующих кратких выводах.

Солевой и температурный режимы Горла вполне подчинены режиму весьма мощных приливно-отливных течений, охватывающих все живое сечение и, вообще закономерно колеблющих t° и S‰ вод, это сечение проходящих. При этом перемешивающее действие течений настолько сильно, что, вообще говоря, для Горла надо признать характерной гомотермию и почти гомохалинность. Однако не все части сечения подвержены влиянию приливов и отливов в равной мере, и это неравномерное распределение скоростей течения в связи с некоторыми другими причинами приводит:

1) к своеобразной стратификации солености, периодически появляющейся с каждым отливом и не имеющей, таким образом, по самому происхождению ничего общего с обычной стратификацией Бассейна и

2) к разделению сечения на две обособленных области (средние солености коих разнятся более чем на 2‰)—область приливного влияния, прижатую к Терскому берегу с центром влияния на наибольших глубинах, и область отливного влияния, охватывающую всю остальную часть сечения с аналогичным центром в поверхностных слоях середины русла.

Такое разделение подтверждается и ходом температур, падающих с отливом в первой и, наоборот, растущих с отливом во второй области.

При этом мелководная часть профиля близ Зимнего берега, оставаясь в стороне от главных токов, является малодеятельной (см. средн. амплит. S‰ табл. 2) и заполняется водами, сходными с водами отливной области, но все же не столь опресненными.

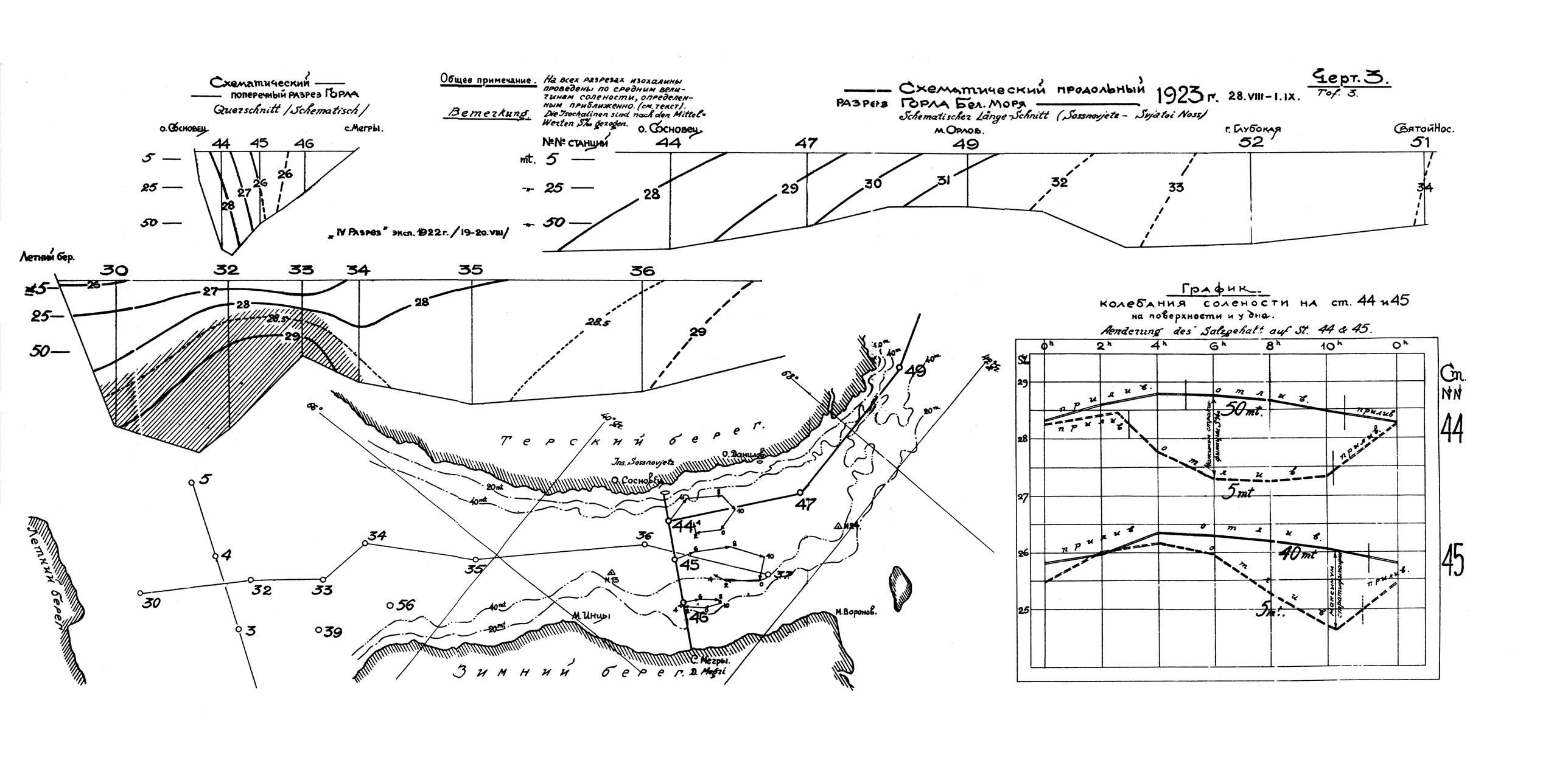
Причин подобного разделения русла без дальнейших исследований установить нельзя; искать же их нужно прежде всего в прижимании приливного и отливного течений к разным берегам отклоняющей силой вращения земли, в наличии сточного и вероятности системы компенсационных течений, в рельефе дна и берегов, и в обстоятельствах входа океанской приливной волны, прижимающейся к Терскому берегу.

В этом обособлении влияний и кроется, повидимому, разгадка обмена вод Баренцова и Белого морей. Существующая несомненно (как следствие превосходства питания над испарением) потребность стока вод Бассейна обусловливает сезонно изменяющееся слабое сточное течение, выносимое отливами в поверхностных слоях и, главным образом, серединой русла. Как при этом происходит компенсация теряемой со сточным течением солености, установить пока нельзя, хотя вероятно существование двух компенсационных течений. Во всяком случае позволительно думать, что если такие постоянные, периодические или эпизодические течения существуют, то океаническое пользуется именно придонными слоями глубокого желоба у Терского берега, а морское присоединяется к сточному, по крайней мере, в этом районе Горла. При этом, повидимому, питание Бассейна водами, непосредственно поддерживающими соленость его глубоких слоев, происходит зимой, когда, по имеющимся наблюдениям, солености в Горле повышаются на 2‰ и более.

Что же касается собственно приливных течений, то и наблюдения над ними вполне подтверждают изложенные выводы. Режим их представляется закономерным, хотя и весьма сложным, и, конечно, зависит очень сильно от ветров, нагонов и др. случайных факторов, почему и требует длительного изучения. Момент смены течений довольно мало запаздывает против теоретического, но наступает не одновременно по всему сечению, обусловливая в середине Горла большую продолжительность отливного течения. С глубиной скорости на всех вертикалях падают и становятся неправильными и сбойными, особенно у Терского берега, в отличие от сравнительно плавно изменяющихся поверхностных скоростей.

В дальнейшем надлежало бы течения исследовать в связи с видоизменением мгновенной поверхности моря, так как даже простое сравнение имеющихся наблюдений с „приливными картами“ (изогипс) позволяет для данного момента времени заметить сходство направлений наибольшего ската с направлением поверхностного течения; на малых глубинах последнему неизменно сопутствует донное течение, имеющее однако составляющую обратного направления.

В заключение не могу не принести самой искренней благодарности К. М. Дерюгину, давшему мне возможность принять участие в работах 1922 и 1923 г.г. и много помогавшему мне при обработке советами и указаниями. Равным образом приношу искреннюю благодарность и П. Д. Резвому, взявшему на себя, кроме общего руководства работами 1923 г., и все административные и организационные тяготы.


Схематический поперечный разрез Горла
Querschnitt /Schematisch/
о. Сосновец
с. Мегры.
44 45 46
5
25
50
28 27 26 26
„IV Разрез" эксп. 1922 г. /19-20. VIII/
Общее примечание.
Bemerkung.
На всех разрезах изохалины проведены по средним величинам солености, определенным приближенно. (см. текст).
Die Isochalinen sind nach den Mittel-Werten S‰ gezogen.
Схематический продольный разрез Горла Бел. Моря
Schematischer Länge-Schnitt (Sossnovjetz - Svjatoi Noss)
1923 г. 28. VIII - 1. IX.
Черт. 3.
Tof. 3.
№№ станций
о. Сосновец
м. Орлов.
г. Глубокая
Святой Нос.
44 47 49 52 51
mt. 5
25
50
28 29 30 31 32 33 34
Летний бер.
30 32 33 34 35 36
26 27 28 28.5 29
Терский берег.
Ins. Sossnovjetz
О. Сосновец
О. Данилов
Летний берег
Зимний берег.
М. Инцы
М. Воронов.
С. Мегры.
D. Mogri
20 mt
40 mt
44 45 46 47 49
5 4 3 30 32 33 34 35 36 37 39 56
График колебания солености на ст. 44 и 45 на поверхности и у дна.
Aenderung des Salzgehalt auf St. 44 & 45.
0h 2h 4h 6h 8h 10h 0h
St.
29 28 27 26 25
прилив
отлив
50 mt.
5 mt
40 mt
5 mt.
Максимум стратификации
Ст. №№
44
45

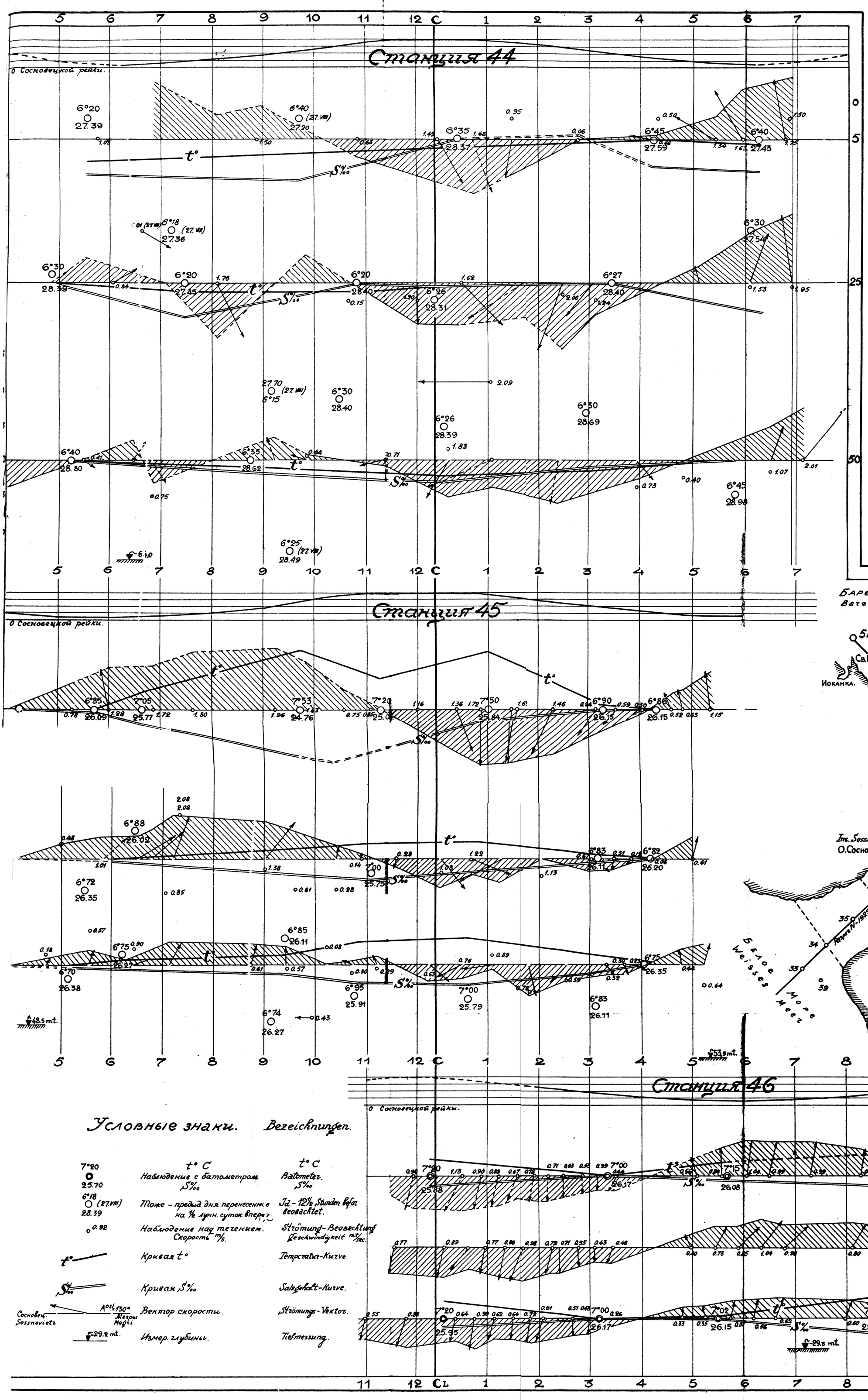
К статье:

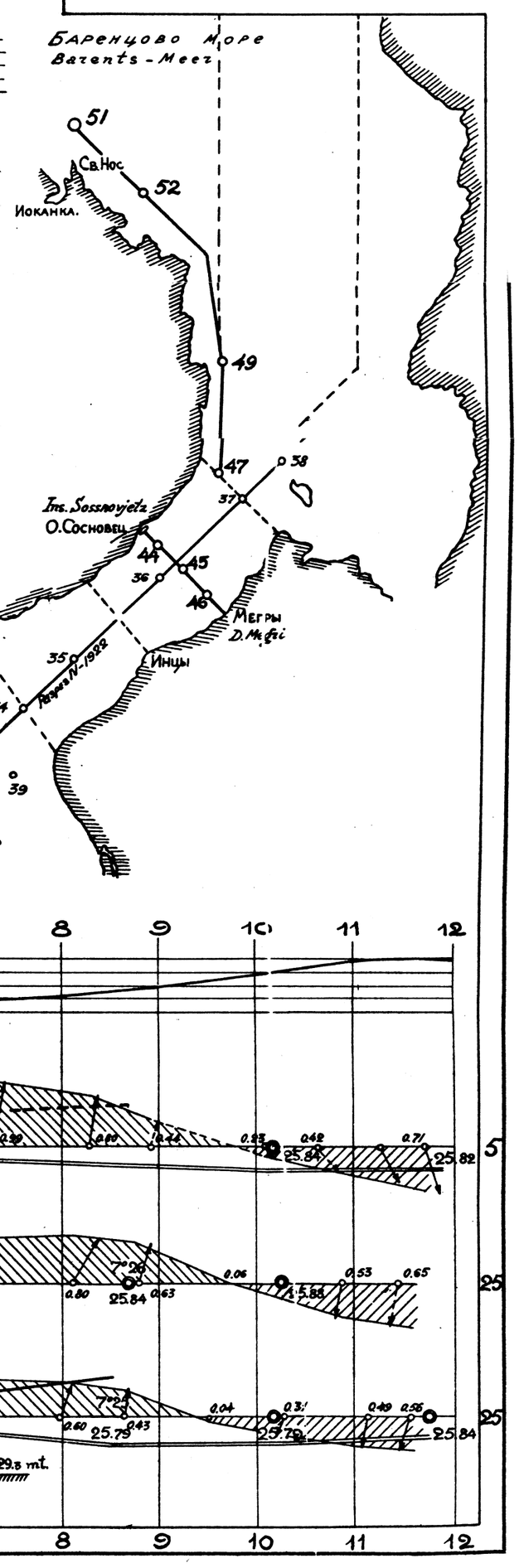
О гидрологическом режиме Горла Белого Моря.

Черт. 1.
Taf. 1.

Совместные графики

изменения величины и скорости течения, солености, температуры и уровня моря, составленные по наблюдениям на поперечном разрезе Сосновец-Мегры с 27 по 30 Августа 1923 г., и отнесенные к лунному времени.





Свето-литография МОРВЕДА, Гл. Адмиралтейство. Ленинградский Гублит № 13314, тир. 1100 экз.

Zur Frage über das Hydrologisches Regime der Strasse zwischen dem Weissen und dem Barents-Meere.

(Resume).

V. V. Timonoff.

Ende August 1923 wurden unter der Leitung von Prof. K. Derjugin als Fortsetzung seiner früheren Erforschungen einige hydrologische Beobachtungen in der Strasse zwischen dem Weissen und dem Barents-Meere angestellt. Vielen Schwierigkeiten zufolge konnte hier nur ein Querschnitt (Ins. Sossnovjetz—D. Megri) aus 3 Stationen jede ca. 13 Stunden lang und ein Längeschnitt unweit der „Tersskij"-Küste von der Ins. Sossnovjetz bis zum Cap Swiatoj Noss ausgeführt werden. Der Querschnitt betrug nicht nur t° und S°/₀₀ Beobachtungen, sondern auch Strömungsbeobachtungen auf allen Tiefen.

Die Tafel 1 stellt alle diese Elemente sowie die Maregramme von der Ins. Sossnovjetz im Laufe der Mondzeit zusammen.

Tafel 2 (im Text) zeigt schematisch die Aenderung des Salzgechaltes und der Strömungen im Querschnitt über jede 2 Mond stunden.

Tafel 3 stellt schematisch die Verteilung des Salzgehaltes auf den Längeschnitten von 1922 und 1923 Jahre vor. Die Isochalinen sind hier nach den Mittelwerten gezogen.

Als Resultat aller Beobachtungen könnte man folgende kurze Schlussfolgerungen vorlegen.

Die ganze Strasse („Gorlo" genannt) wird völlig und auf allen Tiefen von starken Flut- und Ebbeströmungen durchspült, was eine regelmässige periodische Aenderung des Salzgehaltes und der Temperatur in jedem Punkte der Strasse beursacht. Die Gewässer der Strasse werden dabei von den Strömungen so stark vermischt, dass die hier festgestellte verticale Homotermie und fast gleicher Salzgehalt überhaupt als charakteristische angenommen werden dürfen.

Jedoch sind die Strömungen nicht in allen Teilen des Querschnittes gleicher Stärke, z. B. überall sind die Tiefströmungen schwächer als die der Oberschichten u. s. w; als Folge einer solchen unregelmässigen Verteilung der Strömungsschnellen, samt einigen andern Verhältnissen, ensteht periodisch mit jeder Ebbeströmung eine eigenartige Salz-Stratifikation, welche mit der nächsten Flut wieder verschwindet und also nichts ähnliches mit einer gewöhnlichen Stratifikation stehender Gewässer zu tun hat.

Ausserdem erlaubt die Verteilung des Salzgehaltes und der Temperatur, sowie derer Aenderung (siehe Taf. 2 und Tabelle 2) auf unserem Querschnitte zwei abgesonderte Gebiete zu unterscheiden — das eine kann als Einflussgebiet der Flutströmung betrachtet werden und liegt dicht bei der „Tersskij"-Küste, wobei das Centrum des Einflusses sich in den grössten Tiefen bildet,—das andere erfüllt den mittleren Teil des Querschnittes, hat ein analogisches Centrum in den Oberschichten und ist als Einflussgebiet der Ebbeströmung zu bezeichnen. Trotz der Nachbarlage beider Gebiete, — nur ca. 8 Sm. trennen ihre Centrums, — beträgt die Differenz ihrer Salzgehalte im Durchschnitt—2.25°/₀₀, ist aber bis 3.76°/₀₀ beobachtet worden. Solch eine Teilung der Strasse zwischen zweierlei Einflüssen findet eine Bestätigung auch im Wechsel der Temperatur, welche man während der Ebbeströmung im ersten Gebiet fallen, im zweiten aber, zum Gegenteil, steigen sieht.

Das, der Winter-Küste aniliegendes seichtes Gebiet bleibt auf dieser Weise von den beiden Einflussen entfernt (neutral) und ist deshalb wenig tätig; dem Salzgehalte nach, sind seine Gewässer denen des Ebbeeinfluss-Gebiets ähnlich, jedoch etwas weniger versüsst.

Die Ursachen einer solchen Absonderung der einzelnen Einflüsse untereinander können nicht ohne weitere Erforschungen festgestellt werden; suchen aber muss man sie vor allem in folgenden Verhältnissen:—1) in der Andrängung, infolge der Drehbewegung der Erdkugel, der Flut- und Ebbeströmungen an die gegenüberliegenden Küsten, — 2) im Vorhandensein einer Abflussströmung und in der Wahrscheinlichkeit der Existenz zweier Kompensationsströmungen, 3) in der Topographie des Meeresgrundes und der Küsten, und— 4) im Charakter des Eintritts in die Strasse der, an die „Tersskij"-Kuste sich anschmiegenden, Ozeanflutwelle.

Die Feststellung der oben erwähnten Absonderung muss auch das Wechseln der Gewässer zwischen dem Weissen und dem Barents-Meere begreiflicher machen. Der Süsswasserzufluss, ohne Zweifel, übersteigt im Weissen Meere die Verdünstung, und verursacht deshalb eine, im Jahreslaufe veränderliche, und überhaupt nicht starke Abfluss-

strömung, welche durch die Ebbeströmungen in den Oberschichten und, meisten Teils, in der Mitte der Strasse zum Ozean hinausgetrieben wird.

Wie dabei der, auf dieser Weise verlorene Salzgehalt des Meeres, kompensiert wird, kann man jetzt noch nicht sagen, es ist aber wahrscheinlich dass dieses mittelst zweier Kompensationsströmungen geschieht. Jeden Falls darf man denken, dass wenn solche ständige, periodische oder episodische Strömungen vorhanden sind, so nimmt die Ozeanströmung in der tiefen Rinne längst der „Tersskij"-Küste (Flutcentrum!) Platz, während die Weissmeerströmung sich der Abflussströmung hinzufügt.

Bei alledem kann, scheinbar, der Anfluss von relativ hochsalzigem Wasser, welches im Stande wäre den ziemlich hohen Salzgehalt der grossen Weissmeertiefen (ca. 30,5‰) unmittelbar zu ergänzen, nur im Winter statt finden, wann, wie es im März und April beobachtet war, der Salzgehalt in der Strasse mehr als auf 2‰ steigt.

Was nun die Beobachtungen der Flut- und Ebbeströmungen selbst beträgt, so bestätigen auch diese alles oben erwähnte, sind aber zu unvollständig um für unabhängige Feststellungen zu dienen.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
От редактора	5
I. Цели экспедиции. Организация и производство работ	7
II. Гидрологические материалы:	
1. Разрез Сосновец—Мегры	16
2. Разрез Сосновец Святой Нос	22
III. Обработка и анализ материала. Выводы:	
1. Поперечный разрез Сосновец—Мегры	23
Режим скоростей течений	24
Продолжительность и смена течений	26
Солевой и температурный режим	29
Особенности солевого режима	30
Распределение солености. Разделение русла	33
Изменение распределения солености по времени	35
Причины разделения русла	38
Некоторые причины течений	40
2. Продольные разрезы Горла 1922 и 1923 г.г.	42
IV. Вопросы водообмена с Сев. Ледов. океаном и питания Бассейна Белого моря:	
1. Возможность питания глубин Бассейна	45
2. Схемы компенсации солености Бассейна	48
V. Краткое резюме главнейших выводов	52
Иностранное резюме	54