

ДИНАМИЧЕСКАЯ КАРТА КАРСКОГО МОРЯ

А. Д. Добровольский

Мысль о составлении динамической карты Карского моря возникла еще в гидрологическом отделе Государственного океанографического института (ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии) в связи с подобной картой Баренцова моря, составленной в том же отделе А. В. Соколовым (8). Для северо-восточной части Баренцова моря карта эта дала очень интересную картину, отчетливо обнаружив течение, идущее в Баренцovo море с северо-востока между Землей Франца-Иосифа и Новой Землей. Ближе к Новой Земле, у самого мыса Желания обнаружилась струя течения, идущего вдоль берега на северо-восток и выносящего воды из Баренцова моря.

Таким образом, поскольку как раз в этом районе сливаются воды обеих морей, составление динамической карты Карского моря приобрело особый интерес.

Карское море изучено очень мало, и вполне ясного представления о системе его постоянных течений еще нет. В настоящее время наиболее распространенным является представление о наличии циклонического круговорота в южной части Карского моря [Иоганнессен, Макаров, Нансен, Визе (4)] и о постоянном движении вод Оби и Енисея на север. В последние годы наиболее полно схема постоянных течений Карского моря представлена Н. И. Евгеновым (5).

Схема эта такова. Воды Оби и Енисея, выходя в море, разливаются как бы веером, и часть их идет в направлении приблизительно к Новой Земле, которой достигает «в районе между заливом течений и побережьем между мысами Медвежьим и Дальним». Это довольно мощное течение, подходя к Новой Земле, раздваивается: одна ветвь (первая) идет к северо-востоку, а другая (вторая) направляется вдоль восточного берега Новой Земли на юг, к Маточкину Шару и дальше в Карские Ворота. Здесь от нее отделяется небольшая веточка в западном направлении (в Карские Ворота), а главная масса воды идет дальше вдоль берегов, постепенно отклоняясь к востоку. У берегов Ямала эта (вторая) ветвь вновь поворачивает, идет вдоль берега полуострова к северу и выходит из моря. В южной части моря имеется нерегулярный приток вод через проливы и небольшое течение из Байдарацкой губы. В северной части замечается приток вод из Баренцова моря. Это течение, обогнув северную оконечность Новой Земли, идет вдоль ее берегов и встречает струю обско-енисейских вод (первую), которая, как сказано выше, идет к северо-востоку. Под влиянием этой струи воды Баренцова моря отжимаются от берега, направляются к югу и юго-востоку, покрываются распресненными водами и, входя в глубину, сливаются с водами Карского моря.

Существует еще иная схема, о которой Евгений не упоминает, это схема Лесгафта (7).

Лесгафт представляет все течения Карского моря как дрейфовые. Еще Ховгаард на основании работ 1882—1883 гг. (дрейф «Димфны») высказал предположение о том, что постоянное струевое течение существует только в северной части моря; это и есть струя обско-енисейских вод, идущая к северной части оконечности Новой Земли.

Дрейфовые течения могут быть более или менее устойчивыми, так как в районе Карского моря ветры обладают довольно постоянным характером. Так, зимой господствуют ветры южных румбов, а летом—северных.

В 1931 г. была опубликована работа В. А. Васнецова (2), в которой обстоятельно изложена история изучения Карского моря, дан подробный анализ его гидрологических данных, а потому желающих подробно ознакомиться с Карским морем отсылаем к этой работе. Что же касается вопроса о течениях, которому посвящена настоящая статья, в работе Васнецова ему также отводится много места. Васнецов признает, что теория циркуляционных течений в Карском море (схема Евгенова) является правильной, но что преобладают в этом море все же течения дрейфовые. Свои выводы Васнецов основывает, подобно всем ранее изучавшим это море, на анализе гидрологических данных (температуре и солености), анализе дрейфов судов, плавника и т. п., оговариваясь при этом, что все эти данные «не дают определенных указаний ни за, ни против системы циркуляционных течений». Васнецов сделал попытку подойти к решению вопроса путем применения динамического метода обработки гидрологических данных, но пришел к выводу, что этим способом задачу решить невозможно, располагая для обработки материалом одной лишь 14-й экспедиции Морского научного института в 1927 г. По его словам «динамические разрезы дали столь сложную и запутанную картину, что на их основании затруднительно сделать какие-либо выводы».

Таким образом, при отсутствии уверенности в правильности существовавших схем течений вопрос о составлении динамической карты Карского моря приобретал особенный интерес. С другой стороны, успех применения динамического метода для Баренцова моря позволял рассчитывать на то, что применение именно этого метода для Карского моря должно дать хорошие результаты.

Материалом для динамических вычислений и составления карты послужили те же данные 14-й экспедиции Морского научного института, которые, как сказано выше, были использованы Васнецовым. Во время этой экспедиции были произведены подробные гидрологические работы: разрезы пересекали Карское море, захватывая почти все части моря, и число станций было довольно велико—35.

Кроме этого была сделана попытка использовать еще материалы 1921 г., а именно, работы экспедиции Морского научного института на ледоколе «Малыгин» и работы Гидрографической экспедиции на экспедиционном судне «Таймыр» (3). Но это оказалось невозможным, так как динамические величины получились совершенно несравнимые, ввиду различия гидрологических условий 1921 и 1927 гг.

Экспедиция на «Таймыре» охватила все море, и многие ее станции расположены очень близко от станций «Персея» в 1927 г., но динамические величины расходятся настолько сильно, что их нельзя увязать. То же можно сказать и о данных «Малыгина»; кроме того, у «Малыгина» было слишком мало полных гидрологических станций. Таким образом, пришлось остановиться именно на одной только 14-й экспедиции Морского научного института, так как ее материалы являются наиболее полными, и разрезы хорошо расположены для динамической обработки.

Вся обработка велась под руководством А. В. Соколова по методу Н. Н. Зубова (6), и при построении карты был учтен опыт, который дала динамическая карта Баренцова моря (8). За «нулевую» поверхность была принята изобатическая поверхность в 100 децибар и карта составлена для поверхности 10 деци-

бар. Изолинии (динамические горизонтали) проведены через 10 динамических миллиметров.

Ближайшее рассмотрение полученной карты (рис. 1) приводит к следующим заключениям.

В южной части моря горизонтали идут вдоль берега южного острова Новой Земли, проходят мимо Карских Ворот, далее поворачивают на восток и, по мере приближения к берегам Ямала, отклоняются к северу. Часть линий,

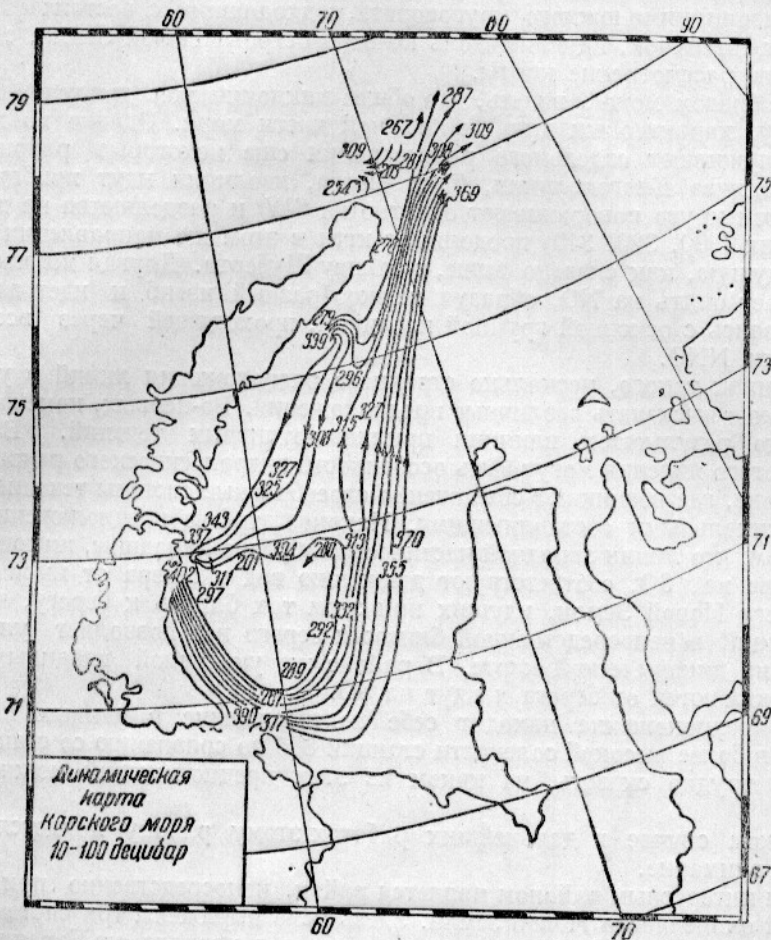


Рис. 1. Динамическая карта Карского моря 10—100 децибар.

Fig. 1. Dynamic map of the Kara Sea 10—100 decibar.

приняв направление приблизительно NNO, продолжает идти в этом же направлении и в северной части, другая же часть, именно, изолинии 300 и 290 приблизительно на широте 73° поворачивают на запад, идут к берегам Новой Земли, замыкая контур и образуя в самой южной части моря циклонический круговорот.

Изолиния 290 на карте не замкнута, так как редкая сеть станций не позволяет установить, где именно она должна была бы пройти. Но совершенно ясно, что она заключена внутри изолинии 300 и дает замкнутый контур.

Изолиния 300 на карте оказалась волнистой (между широтой 72° и 73°). Эти волны легко объяснить влиянием прилива. Действительно, если сравнить промежутки времени между станциями и направления линий между теми же станциями, то можно заметить, что изменение направления приблизительно соответствует различным фазам прилива.

Итак, в самой южной части моря изолинии образуют замкнутый циклонический круговорот.

Севернее 73° изолинии в восточной части моря идут параллельным пучком в прежнем направлении на NNO, но постепенно отклоняются к востоку. Особенно заметным это отклонение становится приблизительно за широтой 76°. В западной же части моря изолинии имеют в общем противоположное направление. При этом в средней части они идут на большом расстоянии друг от друга, сходясь по мере приближения к берегу в районе залива Шуберта. Здесь они соединяются с изолиниями южного круговорота, подходящими с востока (290 и 300), и образуют тот пучок, идущий вдоль южного острова Новой Земли, с которого было начато рассмотрение карты.

Таким образом можно видеть, что общее циклоническое движение является, по видимому, характерным для всей южной части моря. Однако по ходу изолиний заслуживают отдельного рассмотрения еще некоторые районы. Так, в районе залива Благополучия, близ берега, изолинии идут приблизительно на NO, затем круто поворачивают обратно на SW и разделяются на две части. Одна из них (330, 320, 310) продолжает идти в этом же направлении, образуя группу, идущую, как сказано выше, к заливу Шуберта. Другая же часть скоро поворачивает опять на NO, образуя мешкообразный изгиб и идет дальше на север, сливаясь с основной группой изолиний, проходящей через все море в направлении NNO.

О причинах такого, несколько странного расположения линий в указанном районе можно высказать различные предположения. Во-первых, конечно, можно считать это результатом влияния приливно-отливных течений. Во-вторых, причиной этого явления могут быть особенности гидрологического режима в прибрежной зоне, где возникают совершенно своеобразные системы течений, с большими вертикальными составляющими. Наконец, третье предположение заключается в том, что линии западной части мешкообразной впадины, имеющие общее направление на SO, соответствуют движению вод с севера от мыса Желания вдоль берега Новой Земли, идущих при этом так близко к берегу, что отсутствие станций в непосредственной близости берега не позволяет уловить это движение на динамической карте. В районе же указанной впадины эти воды как бы отжимаются от берега и идут на SO.

Такое предположение находит себе подтверждение в данных подводного рельефа и в более высокой солености станции 865 по сравнению со станцией 864.

Однако трудно сказать, на каком из этих предположений можно остановиться.

Во всяком случае в дальнейших работах этому району придется уделить особенное внимание.

Вторым интересным районом является район, непосредственно прилегающий к северной оконечности Новой земли. Здесь ясно выражены три системы линий: первая, идущая из Карского моря, вторая, идущая с запада, из Баренцова моря, и третья, идущая с севера. Такое расположение изолиний дает возможность предположить следующее. Из Карского моря выходит течение на NNO—NO, которое приблизительно на широте 77°15' встречается с течением, идущим с севера. Это течение, «упираясь» в течение из Карского моря, раздваивается: часть его увлекается на NO основным течением из Карского моря, другая же часть его принадлежит, видимо, к тому основному течению, которое входит с NO в Баренцово море.

Таким образом, системы этих изолиний хорошо согласуются с данными динамической карты Баренцова моря, построенной по совершенно иным магистральям.

Наличие течения из Баренцова моря под самым мысом Желания подтверждается и динамической картой Карского моря.

Но наиболее интересным, конечно, является подтверждение течения, входящего в Баренцово море с NO. Воды этого течения должны быть «атлантическими» по своим основным признакам, т. е. быть более теплыми и солеными по сравнению с окружающими водами.

Эти признаки так же, как и движение «атлантической» воды, именно, с NO, с достаточной наглядностью подтверждаются сопоставлением данных подводного рельефа, динамических данных, данных температур и соленостей для станций 870, 871, 876 и 877.

В общем вся схема течений Карского моря, которую дает динамическая карта, хорошо согласуется с гидрологическими данными по остальным разрезам, но рассмотрение их не входит в задачу настоящей работы тем более, что подробный анализ гидрологических данных 14-й экспедиции МНИ произведен в упомянутой работе Васнецова¹.

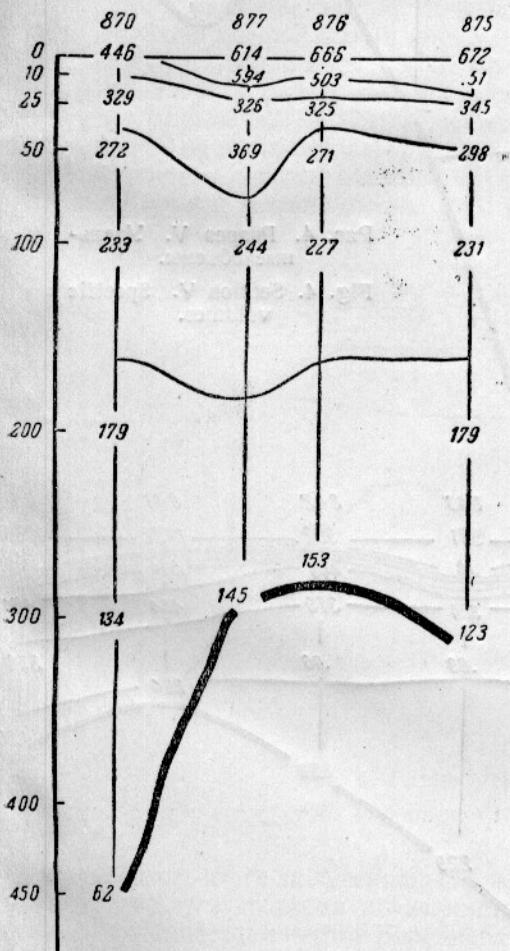


Рис. 2. Разрез I. Удельные объемы.
Fig. 2. Section I. Specific volumes

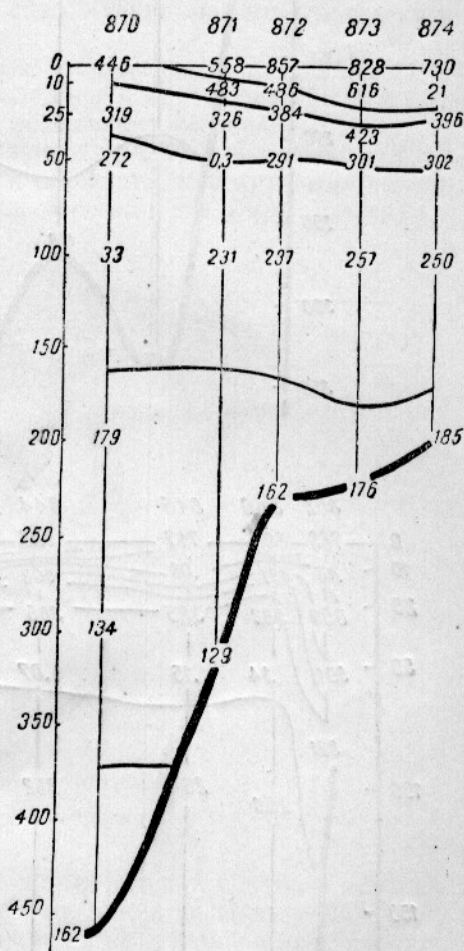


Рис. 3. Разрез II. Удельные объемы.
Fig. 3. Section II. Specific volumes.

Подтверждением этой схемы могут служить также данные подводного рельефа и грунтов. Подводный рельеф несколько не противоречит общему ходу изолиний. Мало того, в самой южной части моря циклонический круговорот ограничен с севера выступом изобаты 300 м. Этот выступ как бы препятствует течению и отжимает его, способствуя образованию замкнутого круговорота.

Образцы грунтов полностью не обрабатывались, и приведенная ниже краткая характеристика грунтов Карского моря, основана на данных предварительной обработки.

¹ Нумерация приводимых на рис. 2—6 динамических разрезов соответствует нумерации разрезов в работе Васнецова.

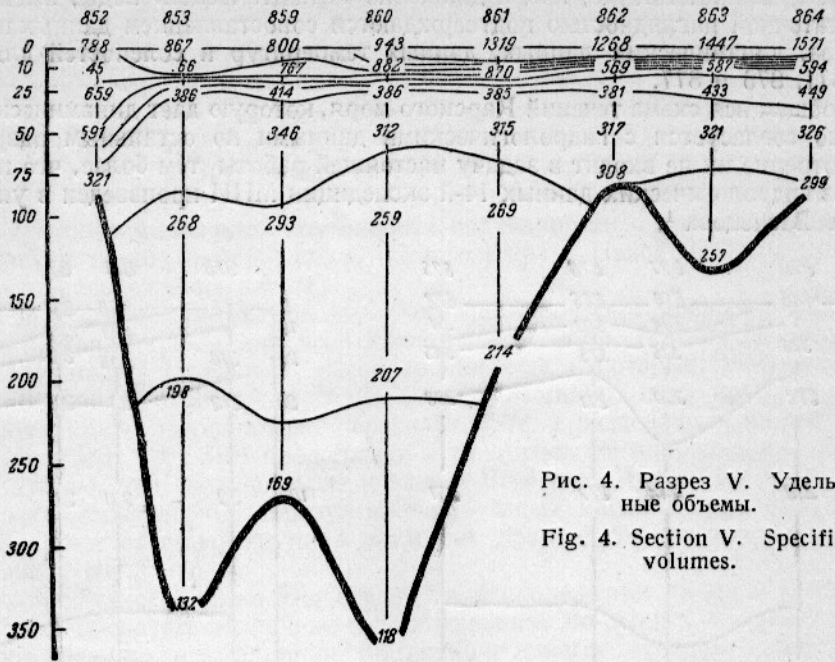


Рис. 4. Разрез V. Удельные объемы.

Fig. 4. Section V. Specific volumes.

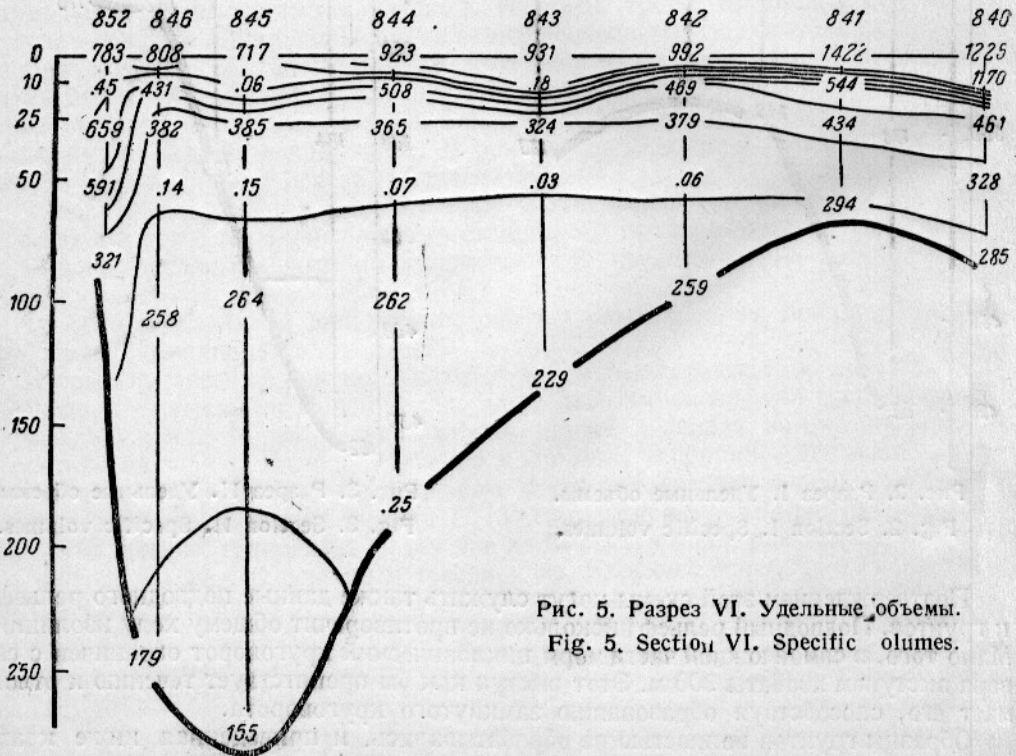


Рис. 5. Разрез VI. Удельные объемы.

Fig. 5. Section VI. Specific volumes.

В юго-западной части моря внутри изолинии 300 залегает грунт, характерный для застойной зоны—коричневый ил; на протяжении этого течения—песчаные илы, свидетельствующие о существовании течения, то же—и в северной части; по западной стороне песчаные илы обнаружены только близ бе-

регов. Таким образом, распределение грунтов вполне соответствует схеме течений.

Интересно также сопоставить полученную схему с данными ветровых систем в Карском море. Можно полагать, что для Карского моря разрешающим фактором в установлении системы течений является ветер.

Г. Я. Вангенгейм (1), разобравший и обобщивший метеорологические наблюдения в районе Карского моря, пришел к выводу, что Карское море является цельным организмом с характерными, присущими ему синоптическими системами. Он устанавливает для Карского моря 7 типов распределения ветров. По данным Вангенгейма, наиболее частые типы ветров способствуют развитию циклонического движения вод в Карском море.

Течения в Карском море крайне изменчивы, что отмечалось неоднократно (4) и подтвердилось в работе по составлению настоящей карты, когда обнаружилось, что данные 1927 и 1921 гг. оказались совершенно несравнимыми. Тем не менее, можно повидимому, говорить и о постоянных элементах полученной схемы. К числу таковых можно, повидимому, отнести циклонический круговорот в южной части моря и течение от о-ва Вайгач вдоль берегов п-ова Ямал к северу.

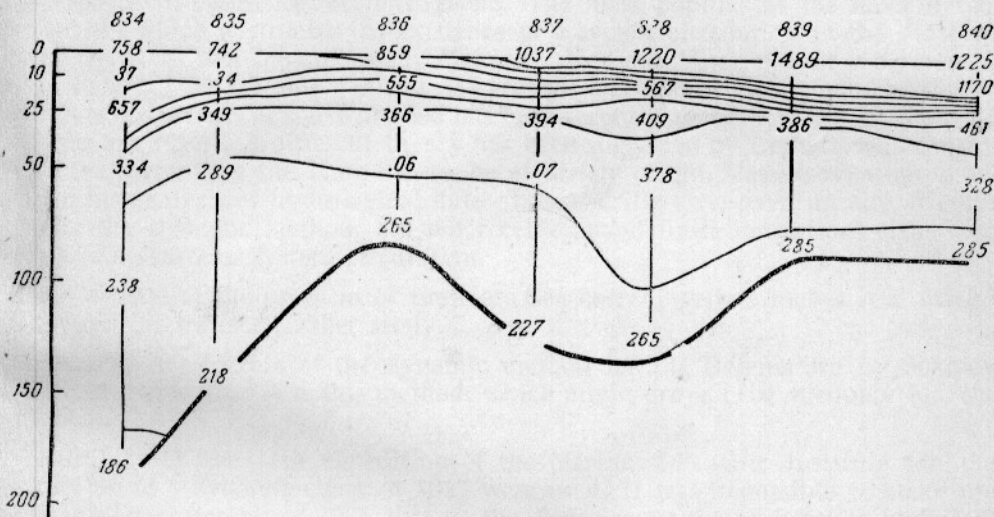


Рис. 6. Разрез VII. Удельные объемы.

Fig. 6. Section VII. Specific volumes.

В конечном итоге полученная схема постоянных течений Карского моря хорошо согласуется со всеми имеющимися данными как в своей северной части (связь с динамической картой Баренцова моря), так и на остальном пространстве, охваченном картой. Однако полученная карта имеет ту особенность, что она совершенно не отражает течения от устьев Оби и Енисея к Новой Земле (схема Евгенова). Это можно объяснить тем, что такое течение, если оно и существует, захватывает только самый поверхностный слой, а карта составлена для горизонта 10 м. Действительно, распределение соленостей, по данным 14-й экспедиции МНИ, подтверждает, что «пресное» течение может захватывать слой не глубже 10 м. Кроме того, нет станций в районе устьев Оби и Енисея, что, конечно, не позволяет установить действительного расположения изолиний в этом районе.

В заключение нельзя не заметить, что динамическая карта много выиграла бы в своей ценности, если бы для составления ее можно было бы использовать более обширный и более подробный материал. С этой точки зрения крайне желательно производство в ближайшие годы единовременной гидрологической съемки Карского моря с наилучшим для динамической обработки расположением разрезов и станций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вангенгейм Г. Я. Материалы для синоптической характеристики Карского моря. Приложение к «Лоция Карского моря», Л., 1930.
2. Васнецов В. А. Гидрологии Карского моря. «Труды Государственного океанографического института», т. 1, вып. 2—3, М., 1931.
3. Визе В. и Кедров В. Новые данные по гидрологии Карского моря. «Записки по гидрографии», т. XXII, Л., 1923.
4. Визе В. Ю. О поверхностных течениях в Карском море. «Известия Центрального гидрометеорологического бюро», вып. III, Л., 1924.
5. Евгенов Н. И. Лоция Карского моря и Новой Земли. Гидрографическое управление, Л., 1930.
6. Зубов Н. Н. Определение элементов морских течений по данным гидрологических разрезов. «Записки по гидрографии», т. 58, Л., 1929.
7. Лесгафт Э. Льды Северного Ледовитого океана и морской путь из Европы в Сибирь, СПб., 1915.
8. Соколов А. В. Динамическая карта Баренцова моря. «Труды Государственного океанографического института», т. II, вып. 2, М., 1932.

DYNAMIC CHART OF THE KARA SEA

By A. D. Dobrovolskij

SUMMARY

The Kara Sea has as yet but been little explored, and there is still no definite knowledge of its permanent current system. The most popular of the modern theories is that which postulates the existence of a cycloic circulation in the southern part of the Kara Sea (Johannessen, Makarov, Nansen, Vise) and of a permanent flow of waters of the Ob and Jenissej towards the North. The most complete theory of permanent currents of the Kara Sea has been recently elaborated by Evgenov in his «Kara Sea Pilot». A different theory has been suggested by Leshaft, who considers all the currents of the Kara Sea to be of driftly origin. Vasnetsov, who on account of his analysis of hydrological data of beat-drifts etc., gave up any attempt to apply the dynamic method, did not receive any definite indications either pro contra to the current system circulation.

Such a state of the problem of the Kara Sea current system makes it a matter of principal interest for further study.

Successful application of the dynamic method for the Barents Sea by Sokolov makes it probable that it is this method, which might prove to be adequate for the Kara Sea.

35 stations of the 14th expedition of the Marine Scientific Institute for the construction of a dynamic chart of 1927 were used. It was impossible to make use of the similar materials of 1921, due to the differences existing between hydrological conditions in the Kara Sea in 1921 and 1927.

Elaboration of the material was carried out under the guidance of A. Sokolov, the method of N. Zubov being applied. The chart is constructed for the surface of 10 decibars, relatively to the surface of 100 decibars. The isolines are drawn through 10 dynamic mm. A close examination of the chart will show the following:

In the most southern part of the sea isolines form a locked cyclonic vertex, which elongates northwardly, crossing 75° N. We may thus regard the general cyclonic motion as characteristic for the whole southern part of the sea.

A somewhat complex course of isolines in the region of 75° N. might be explained either by the influence of tidal currents or by the peculiarities of the regime of the littoral zone, or, finally, by the currents coming from the North (Cape) along the coasts of Novaja Zemlja.

The northern most part of the chart is characterized by a powerful flow of water from the southern region of the Kara Sea towards NE., and by the inflow of waters from the Polar Basin and Barents Sea, the latter streaming along the northern coasts of Novaja Zemlja.

The above theory is confirmed by hydrological data and by the submarine configuration and bottom sediments. The theory is furthermore in agreement with the systems of winds dominating in the Kara Sea.

According to the data of G. Vangenheim the most frequent types of winds favour the development of the cyclonic currents of the Kara Sea waters. The above theory differs somewhat from that of Evgenov. The dynamic chart illustrates the flow of waters streaming from the southern part of the Kara Sea towards NE. while the theory of Evgenov involves a fan-shaped spreading of waters of the Ob and Jenissej, which move to some extent to NW., towards Novaja Zemlja. This may perhaps be explained by the fact that this spreading of waters involves only the upper most layer, while the dynamic chart illustrates the currents at a depth of 10 m.

In any case a simultaneous hydrological survey throughout the whole Kara Sea is very desirable. This should be carried out so as to arrange the sections and stations in the best suitable way for the dynamic circulations.

Moscow, 1932.

[The following text is extremely faint and largely illegible, appearing to be bleed-through from the reverse side of the page. It contains technical details and references, but the specific content cannot be accurately transcribed.]