

1. Введение

1.1 География Охотского моря

Охотское море расположено в северо-западной части Тихого океана у берегов Азии и отделяется от океана цепью Курильских островов и полуостровом Камчатка. С юга и запада оно ограничено побережьем острова Хоккайдо, восточным берегом острова Сахалин и берегом азиатского материка. Море значительно вытянуто с юго-запада на северо-восток в пределах сферической трапеции с координатами $43^{\circ}43'-62^{\circ}42'$ с. ш. и $135^{\circ}10'-164^{\circ}45'$ в. д. Наибольшая длина акватории в этом направлении равна 2463 км, а ширина достигает 1500 км. Площадь зеркала морской поверхности по некоторым оценкам составляет 1603 тыс. км², протяженность береговой линии – 10460 км, а суммарный объем вод моря – 1316 тыс. км³. По своему географическому положению оно относится к окраинным морям смешанного материково-окраинного типа. Охотское море соединяется с Тихим океаном многочисленными проливами Курильской островной гряды, а с Японским морем - через пролив Лаперуза (Соя) и через Амурский лиман - проливами Невельского и Татарский. Среднее значение глубины моря составляет 821 м, а наибольшее – 3374 м (в Курильской котловине). Некоторые источники дают отличающиеся значения максимальной глубины – 3475 и даже 3521 м. [39]

Основными морфологическими зонами в рельефе дна являются: шельф (материковая и островная отмель о. Сахалин), материковый склон, на котором выделяются отдельные подводные возвышенности, впадины и острова, и глубоководная котловина. Шельфовая зона (0-200 м) имеет ширину 180-250 км и занимает около 20% площади моря. Широкий и пологий, в центральной части бассейна, материковый склон (200-2000 м) занимает около 65%, а самая глубоководная котловина (более 2500 м), расположенная в южной части моря – 8% площади моря. В пределах участка материкового склона выделяются несколько возвышенностей и впадин, где глубины резко меняются (возвышенности Академии наук СССР и Института океанологии, впадины Дерюгина и ТИНРО). Дно глубоководной котловины представляет собой плоскую

абиссальную равнину, а Курильская гряда является естественным порогом, отгораживающим котловину моря от океана.

Проливы, соединяющие Охотское море с сопредельными районами Японского моря и Тихого океана, обеспечивают возможность водообмена между бассейнами, который, в свою очередь, оказывают существенное влияние на распределение гидрологических характеристик. Проливы Невельского и Лаперуза относительно узки и мелководны, что является причиной относительно слабого водообмена с Японским морем. Проливы Курильской островной гряды, протянувшейся примерно на 1200 км, напротив, являются более глубоководными, а их суммарная ширина составляет 500 км. Наиболее глубоководными являются проливы Буссоль (2318 м) и Крузенштерна (1920 м).

Охотское море расположено в муссонной климатической зоне умеренных широт, однако, для северной части моря, которая глубоко вдается в Азиатский материк, ему свойственны и некоторые особенности климата арктических морей. Муссонный климат, обусловленный изменением местоположения и характером взаимодействия барических образований, а также положение моря на границе Азиатского материка и Тихого океана являются основными факторами, формирующими климат и гидрологический режим моря. Главными барическими образованиями, которые определяют условия циркуляции атмосферы и характер переноса воздушных масс, являются Алеутский минимум, Северо-Тихоокеанский максимум, Сибирский антициклон (зимой), а также дальневосточная депрессия и охотский антициклон (летом). Общий муссонный характер циркуляции и ветрового режима часто нарушается глубокими циклонами, которые проходят в направлении с юго-запада на северо-восток. Зима здесь, особенно в северной части моря, продолжительная и суровая, с частыми штормовыми ветрами и метелями. Лето прохладное, с большим количеством осадков и густыми туманами. Весна и осень короткие, холодные и облачные. В целом, Охотское море самое холодное из дальневосточных морей. Холодный период года длится здесь от 120-130 сут на юге до 210-220 сут на севере моря. Влияние охлаждающих факторов сказывается

сильнее, чем отепляющих и результирующий теплообмен на поверхности является отрицательным. В целом, по своим климатическим условиям Охотское море является наиболее холодным из дальневосточных морей.

С мая по сентябрь над акваторией моря преобладают слабые ветры (2-5 м/с) южной четверти. Случаи кратковременного резкого усиления ветра (до 20 м/с и более) связаны с выходом в море отдельных циклонов и тайфунов с максимумом повторяемости в августе-сентябре. Обычно здесь отмечается 1-2, реже 3-4 случая выхода тайфунов в год. В холодное время года над морем господствуют сильные ветры северной четверти с наиболее вероятными значениями скорости 5-10 м/с (в отдельные месяцы 10-15 м/с). Повторяемость штормовых ветров скоростью более 15 м/с в среднем за год составляет около 10%. Вероятностные характеристики скорости и направления ветра заметно различаются для отдельных районов моря. Максимальные скорости ветра достигают значений 25-30 м/с в северо-восточной и западной частях моря, 30-35 м/с – в центральной и восточной и более 40 м/с – на юге. Осенне-зимние штормовые ветры по сравнению с летними отличаются большей силой и продолжительностью. Самыми беспокойными являются южный и юго-восточный районы моря. Значительная горизонтальная протяженность моря, частые и сильные ветры над акваторией способствуют развитию сильного ветрового волнения и зыби (высота волн от 4-6 до 10-11 м), а вся совокупность гидрометеоусловий создает предпосылки для опасного обледенения судов и сооружений, находящихся в море

Величины среднегодовых значений температуры воздуха над Охотским морем постепенно понижаются с юга на север от $4-5^{\circ}$ до $-4...-5^{\circ}$. Диапазон же средних месячных колебаний температур в этом направлении, напротив, возрастает от $15-18^{\circ}$ до $30-36^{\circ}$. Самым холодным месяцем является январь, а самым теплым – август. Минимальные фактические значения температуры воздуха, зафиксированные на прибрежных станциях, составляют $-36...-51^{\circ}$ на севере и $-12...-16^{\circ}$ в южных районах моря. Максимальные значения ($31-36^{\circ}$) наблюдались в юго-западной части моря. В холодный период года при

смене синоптических ситуаций имеют место резкие колебания температуры воздуха в пределах всей акватории, размах которых может превосходить 20° .

Охотское море, наряду с Беринговым морем, является высокопродуктивной морской экосистемой и имеет исключительно важное промысловое значение для России.

1.2 Развитие представлений о крупномасштабной циркуляции Охотского моря

Научные исследования течений Охотского моря проводятся в течении более чем ста лет [10]. Первая схема поверхностных течений, основанная на данных о дрейфе судов и льда, была опубликована Л.И. Шренком в 1874 г. Следующая схема поверхностных течений, основанная на немногочисленных термохалинных данных, была опубликована двадцатью годами позже С.О. Макаровым. В 1910 г. были опубликованы данные бутылочных измерений течений у побережья Западной Камчатки и Северных Курил [15]. Таким образом, в конце 19 – начале 20 вв. В основном на базе косвенных данных уже сложились представления о циклоническом характере общей циркуляции моря и были выделены главные ее элементы – Западно-Камчатское (ЗКТ) и Восточно-Сахалинское течения. Было известно, что основными источниками поступления вод в море являются Тихий океан, откуда вода поступает через Северные Курильские проливы до пролива Буссоль, Японское море через пролив Лаперуза, и вток Амура. Из японских публикаций можно подчерпнуть информацию об Восточно-Сахалинском противотечении (рис 1.1).

Анализ результатов русских экспедиционных работ, проводившихся в Охотском море в начале сороковых годов, позволил А.К.Леонову получить более сложную схему горизонтальной циркуляции, в том числе и для центральной части моря, где система течений показана уже в виде ряда круговоротов разного пространственного масштаба. Более детальная среднемноголетняя схема К.В.Морошкина была опубликована в 1966 году [31]. Она была основана на обобщении 11 тыс. станций и построена динамическим методом,

где в качестве от счетной поверхности взята глубина 2000 м. В соответствии с ней общая циклоническая циркуляция моря образуется двумя большими круговоротами - около геометрического центра моря и над впадиной Дерюгина. Локальные циклонические круговороты показаны в зал. Шелихова, в центральной части северного шельфа и к северо-востоку от Шантарских островов. Над возвышенностью Лебеда, вокруг островов Ионы и Уруп, а также в западной части Курильской котловины отмечены локальные антициклонические круговороты [10].

Новым этапом в изучении течений Охотского моря стало применение численных прогностических моделей [21; 17]. В силу некоторых допущений, полученные схемы представляют лишь теоретический интерес, но в ходе реализации моделей был получен важный вывод об определяющей роли рельефа дна и эффекта бароклинности в формировании интегральной циркуляции вод при второстепенной роли ветрового поля. В последствии, Козлов В.Ф. совместно с Макаровым В.Г. опубликуют работу, посвященную фоновым течениям Охотского моря [22]. Главный вывод этой работы состоит в том, что общая структура течений Охотского моря имеет антициклонический характер, что расходится с общепринятыми на тот момент представлениями (рис 1.2). Диагностические расчеты течений по А.С.Саркисяну [25; 26; 13] используют банк данных, почти в пять раз превышающий объем измерений, использовавшийся К.В.Морошкиным. Однако в самых главных деталях эти схемы идентичны (рис 1.3).

На основании результатов экспедиционных исследований Магаданского отделения ТИНРО с 1963 по 1979 г. (более 8000 станций) [52] циркуляция Охотского моря была представлена как система макро-, мезо- и микро-круговоротов. При этом впервые была сделана попытка рассмотреть элементы структуры циркуляции моря отдельно в зависимости от их пространственно-временных характеристик. В относительно недавней работе [13] приводятся схемы с увеличенным пространственным масштабом для каждого месяца. Основной вывод, сделанный в работе, состоит в том, что в Охотском

море на климатическом масштабе в летний и осенний сезоны преобладает квази-турбулентный режим течений и лишь незначительную часть площади занимают крупномасштабные струйные течения. Обозначены районы генерации квазистационарных мезомасштабных вихрей. Как правило, такие районы имеют морфологические особенности рельефа дна и береговых очертаний (рис 1.4).

В 90-х годах сотрудниками ТОИ ДВО РАН была опубликована серия статей, в которых описывалась сезонная изменчивость поверхностных течений [7; 8; 9]. В статьях приводится типизация атмосферной циркуляции над акваторией моря, и для наиболее часто встречающегося типа рассчитываются течения для каждого месяца. При этом используется квазигеострофическая модель, основанная на принципах автомодельности второго рода. Результаты моделирования показали, что разный характер атмосферной циркуляции над Охотским морем существенно видоизменяет циркуляцию вод не только в верхнем слое, но и интегральную циркуляцию до дна. Показано, что циклонический характер циркуляции характерен только для северной части моря. В южной части моря наблюдаются сложные дипольные структуры, которые меняют свои размеры и положения в пространстве и времени (рис 1.5).

Сотрудниками ТИНРО-центра [42] на основе многолетних океанографических данных (1960-1998 гг.) были построены сезонных схемы основных геострофических течений южной части Охотского моря (рис 1.6).

Следующим этапом стало использование прогностических моделей для более глубокого понимания процессов, происходящих в Охотском море [82; 69]. Кроме того – появилось большое количество исследований комбинирующие разные подходы, примером этому может служить работа по оценке баланса Свердрупа [90]. В последнее время все больше публикаций связано исследованием океана на основе данных, полученных при помощи дрейфующих буев. Хорошим примером такой работы является объемная статья, написанная японскими учеными, посвящена исследованию восточной части Охотского моря [89] (рис 1.7).

Начиная с 80 годов большая часть публикаций посвящена описанию океанографии конкретного района. Традиционно такими районами являются районы существования основных течений – это Камчаткий шельф, Северо-Восточная часть Охотского моря и залив Шелихова (Западно-Камчатское течение, Компенсационное противотечение, циклоническое кольцо залива Шелихова, Пенжинское течение), Североохотоморский шельф (Ямское течение, Северо-Охотское течение, Северо-Охотское противотечение), шельф острова Сахалин (Восточно-Сахалинское течение, Восточно-Сахалинское противотечение, Склоновое противотечение), Юго-западная часть Охотского моря, которая характеризуется течением Соя, район Курильской котловины с ее сложной вихревой динамикой, район банки Кашеварова, центральный район Охотского моря, который характеризуется Срединным течением и большим циклоническим кольцом. Туда же можно отнести район Курильской гряды. Рассмотрим изученность каждого района.

Первой работой, в которой подробно описывается район Камчатского шельфа и северо-западный район, была работа Помазановой Н.П. [34]. В ней с использованием динамического метода, была рассчитана циркуляция вод северо-восточной части Охотского моря для летнего (июль-сентябрь) периода года. Согласно результатам расчетов общая циркуляция вод исследуемого района имеет циклонический характер (рис 1.8).

В публикациях океанологов ТИНРО [33; 46; 67; 45; 94] приведен анализ межсезонной и межгодовой изменчивости океанографии западной Камчатки по данным съемок за период с 1983 по 2000. Приводятся особенности циркуляции вод исследуемого района в аномально холодные и теплые года (рис 1.9, 1.10).

1.3 Исследования циркуляции вод североохотоморского шельфа

В работе сахалинских океанологов [36] приводятся результаты инструментальных измерений течений, выполненных в весенне-летний период времени. Результаты показывают существование Северо-Охотского течения в

данный период года. Следующей работами, заслуживающими внимание, являются работы, выполненные специалистами ТИНРО [32; 48; 68; 47]. В статьях на основе экспедиционных съемок ТИНРО анализируется межгодовая и между годовая изменчивость динамики вод северной части Охотского моря. Особое внимание уделялось на сравнении океанографических условий в аномально холодные и аномально теплые года (рис 1.11-1.13).

1.4 Исследования циркуляции вод банки Кашеварова

Особенности динамики вод и океанографических полей в районе банки Кашеварова описаны во многих работах [20; 27; 81]. В работе специалистов ТОИ ДВО РАН [38, 92] и специалистов ДВНИГМИ и ТИНРО делается попытка дать физическое объяснение тем процессам, которые приводят к явлениям, наблюдаемым над банкой Кашеварова.

1.5 Исследования циркуляции вод юго-западной части Охотского моря

Оценки течений и расхода воды в проливе Лаперуза (Соя) на основе прямых (инструментальных) и косвенных измерений проводились с начала 20-го века. В работе Супранович и др. [43] приводится обзор литературы, вышедшей до середины века, там же проводится анализ инструментальных измерений, проводимых многократно во второй половине 50-х годов. Показано, что в августе объемный перенос вод из Японского в Охотское море составляет 1.1 Св. Более поздние измерения, выполненные в конце 90-х годов опубликованы в [19]. В работе Bobkov A.A. and Tsepelev V.Yu [59] приводится анализ зависимости течения в проливе от атмосферных условий. В совместной работе ученых из ДВНИГМИ и KORDI (Южная Корея) [95] оценивается сезонная и межгодовая изменчивость расхода через пролив Лаперуза на основе данных наклонов уровня. Полученные данные хорошо согласуются с данными, полученными за вторую половину двадцатого века. Результаты диагностических расчетов течений в проливе Лаперуза и заливе Анива показывают большой вклад ветра и бароклинности в формировании

поля течений в указанном районе [3]. Течение Соя, которое берет начало от пролива Лаперуза, хорошо описано в работах Бобкова А.А. [1; 2]. Он показал, как поток течения Соя после достижения мыса Сиретока распадается на пять ветвей. Так же в работах приводится подробный литературный обзор, за весь на тот момент период исследований (до 90-х годов). Результаты инструментальных измерений в проливе Лаперуза и течения Соя приводятся в работе японских океанологов [86; 103; 75; 76]. Анализ межгодовой и сезонной изменчивости за период с 2001 по 2003 г. приводится в [62; 96; 76]. Попытки исследовать течение Соя при помощи высокочастотного радара были предприняты учеными университета Хоккайдо [63; 64]. Попытка описать течения Соя при помощи прогностического моделирования отражено в [105]

1.6 Исследования циркуляции вод восточного шельфа острова Сахалин

Циркуляция на восточном шельфе Сахалина представлена Восточно-Сахалинским течением, которое отражено практически на всех схемах циркуляции вод Охотского моря. Согласно результатам инструментальных измерений скорость Восточно-Сахалинского течения определяется приливами и ветром [23; 35]. В этих работах приводятся результаты измерений, делается анализ пространственной структуры и сезонной изменчивости потока. Результаты инструментальных измерений приводятся в работах японских ученых [83; 84; 70]. В работе Савельева А.В. [40] на основе модели, основанной на уравнениях мелкой воды, анализируется влияние ветра на формирование полей течений на Сахалинском шельфе. Позже аналогичное исследование было выполнено в рамках бароклинной модели [61]

Анализ структуры мезомасштабных вихрей изложен в работах специалистов ВНИРО [11; 12]. Японские ученые на основе результатов, полученных с использованием прогностических моделей различного типа, детально описали структуру Восточно-Сахалинского течения [100; 98; 99; 69; 87]. Помимо этого описаны основные физические процессы, ответственные за возникновение ВСТ. Анализ сезонной изменчивости объема вод ВСТ изложен в статье

ях японских ученых [77]. Результаты спутникового мониторинга изложены в [65]

1.7 Исследования циркуляции вод южной части Охотского моря

С начала 90-х годов научно-исследовательские суда ТИНРО-ЦЕНТРА выполняют регулярные океанографические съемки Охотского моря. Результаты океанографических экспедиций публикуются в научно-исследовательском журнале «Известия ТИНРО».

Статья Мороза И.Ф. [29] - Экспедиция июля-августа 1993 года; область исследования – южная часть Охотского моря– особенности циркуляции вод в указанном районе

Статья Мороза И.Ф. [30] приводится анализ межгодовой изменчивости на основе двух экспедиций, проводимых в июле-августе 1991 и 1993 гг. в южной части Охотского моря.

Статья Радченко В.И. [37] приводит сравнительный анализ данных комплексной макросъемки эпипелагеали южной части Охотского моря и океанских вод Курильских островов в августе-сентябре 1994г. и результатов съемок 1991-1993 г.

В статье Дьякова Б.С. [14] приводятся результаты полученные в рамках совместного российско-американского-канадского проекта (ISPOC). Осенью 1993 года на НИС «Академик Несмеянов» был выполнен гидрологический разрез «Тихий океан – Охотское море», в работе приводятся вертикальный разрез поля геострофических течений.

В работе [41] приводится анализ межгодовой изменчивости циркуляции вод южной части Охотского моря за летний период времени. В качестве исходной информации использовались данные 15 рейсов (рис 1.14).

В работе [5] приводится сравнительный анализ межгодовой изменчивости между 1997 и 2000 годами. Анализ проводился на основе экспедиционных данных, собранных в период с августа по сентябрь с бортов НИС «НоккоМару» (Япония) и НИС «Профессор Леванидов».

Результаты глубоководных (глубже 500 м.) исследований представлены в работах [50; 49]. Анализ особенностей структуры глубоководных гидрологических полей основан на результатах экспедиционных наблюдений на НИС «Профессор Кагановский». Экспедиционные съемки проводились в течение осени 2000 года.

В работах зарубежных ученых на основе экспедиционных и спутниковых данных приводится объяснение причин вихреобразования и анализ межгодовой изменчивости (за период с 1978 по 1982 гг.) в районе Курильской котловины [54; 109; 110; 88] (рис 1.15).

Множество работ посвящено описанию вихревой структуры Охотского моря, в которых анализ основан на результатах спутникового мониторинга. Например, в работе Булатова Н.В. [4] приводится описание вихревой структуры южной части Охотского моря за теплый период 1995 года.

1.8 Современные диагностические схемы течений Охотского моря

Схемы течений, рассчитанных по линейной диагностической модели Саркисяна с использованием наиболее полного на тот момент массива океанографических данных [66], в целом согласуется с общепринятыми на настоящий момент представлениями о циркуляции вод в Охотском море. Последние диагностические расчеты циркуляции вод Охотского моря [44] приводятся на рисунках 1.16 – 1.18. Эти расчеты выполнялись модифицированной линейной диагностической модели Саркисяна на основе Климатического Атласа Морей Северной Части Тихого Океана версии 2009 года. Результаты расчетов показали следующее.

Общая циркуляция Охотского моря имеет циклонический характер. На фоне общей циклонической циркуляции наблюдаются локальные области циклонической завихренности в заливе Шелихова в теплый период времени, над впадиной ТИНРО, над впадиной Дерюгина и в юго-западной части Охотского моря около берегов Хоккайдо. Локальные области антициклонической

циркуляции наблюдаются в мае в районе Курильской котловины и в заливе Шелихова.

Полученные схемы циркуляции вод Охотского моря показывают, что Западно-Камчатское течение вместе с Северной ветвью, Северо-Охотское, Ямское, Северо-Восточное и Восточно-Сахалинское течения существуют в течении всего исследуемого периода (с мая по декабрь). В отдельные периоды года прослеживаются Пенжинское течение, Северо-Охотское противотечение, Срединное течение, течение Соя и Компенсационное течение.

Западно-Камчатское течение формируется ответвлением Курильского течения, которое втекает в Охотское море через Первый и Четвертый Курильский проливы. Западно-Камчатское течение в течении года меняется: в мае оно широкое и слабое; начиная с июля - состоит из двух струй (первая течет над шельфом, вторая – за континентальным склоном); осенью вдоль берега Камчатки наблюдается Компенсационное течение.

Скорости в Западно-Камчатском течении не превышают 5 см/сек. Над впадиной ТИНРО Западно-Камчатское течение формирует циклонический вихрь. Скорости течения в Северной ветви достигают до 20 см/сек.

В заливе Шелихова в мае наблюдается антициклоническая циркуляция по всей акватории залива. С июня по декабрь в заливе Шелихова циркуляция циклоническая, со скоростями течений до 10 см/сек. Такая структура прослеживается по всей толще.

Срединное течение в мае сформировано ветвью Курильского течения, втекающего в Охотское море через пролив Крузенштерна, а в остальное время – ветвью Северо-Восточного течения.

Элементами циркуляции вод северо-западной части Охотского моря являются - Северо-Охотское течение, Северо-Охотское противотечение, Восточно-Сахалинское течение и антициклонический круговорот над банкой Кашеварова.

Составляющие циклонической циркуляции вод в северной части моря (Северо-Охотское течение и Северо-Охотское противотечение) особенно

развиты осенью и зимой. В летнее время циклоническая циркуляция на северном шельфе ослабевает. Средние скорости течений на шельфе достигают 20 см/сек в осенне-зимнее время и 10 см/сек в летнее время. В мае и начале лета Северо-Охотское противотечение слабо выражено, и представляет собой огибающую антициклонических вихрей на границе северо-Охотского шельфа весной и начале лета.

Циркуляция вод сахалинского шельфа представлена Восточно-Сахалинским течением, которое течет вдоль восточного побережья острова Сахалин. Оно является западным граничным потоком циклонической циркуляции вод Охотского моря. На расчётных схемах Восточно-Сахалинское течение состоит из двух ветвей. Первая ветвь проходит вдоль берега (с максимальной скоростью течения 30 см/сек в октябре и ноябре, и минимальной 15 см/сек в июне). Вторая ветвь Восточно-Сахалинского течения выявлена вдоль континентального склона (с максимальной скоростью течения 8 см/сек в октябре и ноябре, и минимальной 4 см/сек в июне).

Течение Соя хорошо прослеживается осенью. Два антициклонических круговорота в Курильской котловине в течении всего периода моделирования и наиболее интенсивны в мае, ноябре и декабре, а с июня по сентябрь ослаблены. Осенью у берегов Хоккайдо формируется циклонический вихрь.

Циркуляция на больших глубинах представлена циклонической циркуляцией над впадиной Дерюгина и ТИНРО, и антициклонической циркуляцией над Курильской котловиной.

Диагностические схемы течений имеет ряд недостатков, которые решаются численными экспериментами с прогностическими моделями океана.

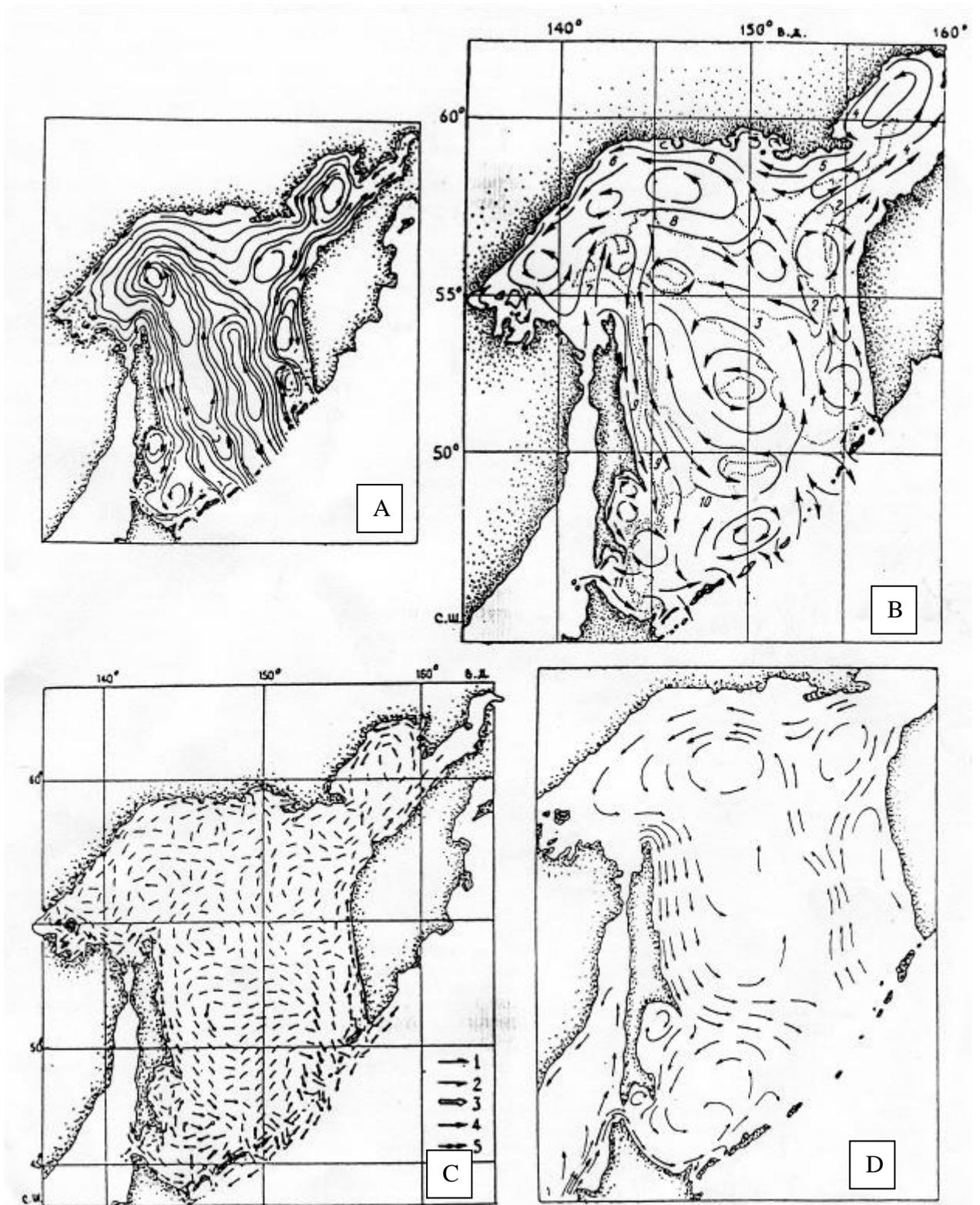


Рисунок 1.1. Летняя циркуляция в поверхностном слое Охотского моря; А - Леонов [24]; В - Чернявский [28,51]; С – Морозкин [31]; D – Watanabe [111]

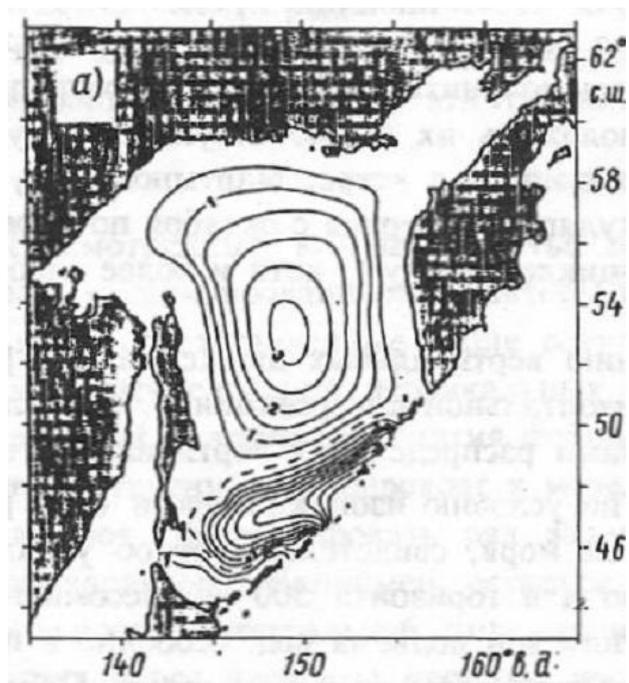


Рисунок 1.2. Фоновые течения Охотского моря в Св [22]

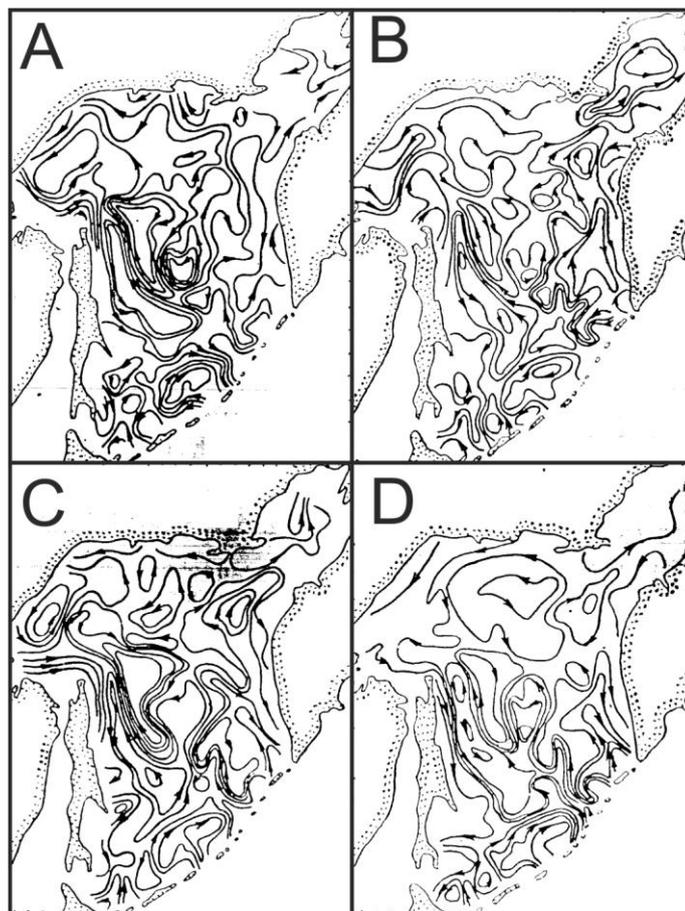


Рисунок 1.3. Схема течений в июне (А), августе (В), сентябре (С), ноябре (D) [25]

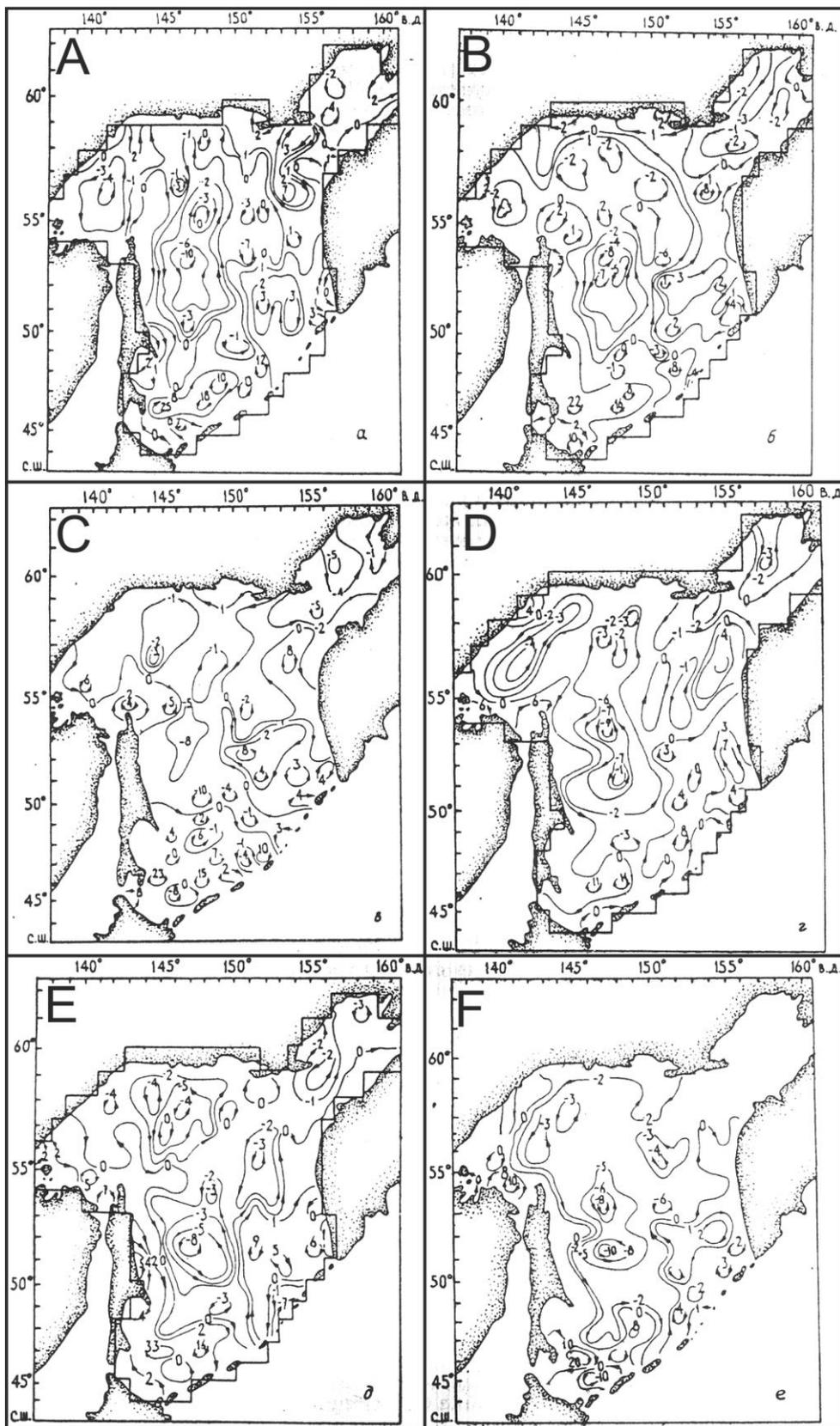


Рисунок 1.4. Уровень моря Охотского моря в июне (А), июле (В), августе (С), сентябре (D), октябре (Е), ноябре (F) [13]

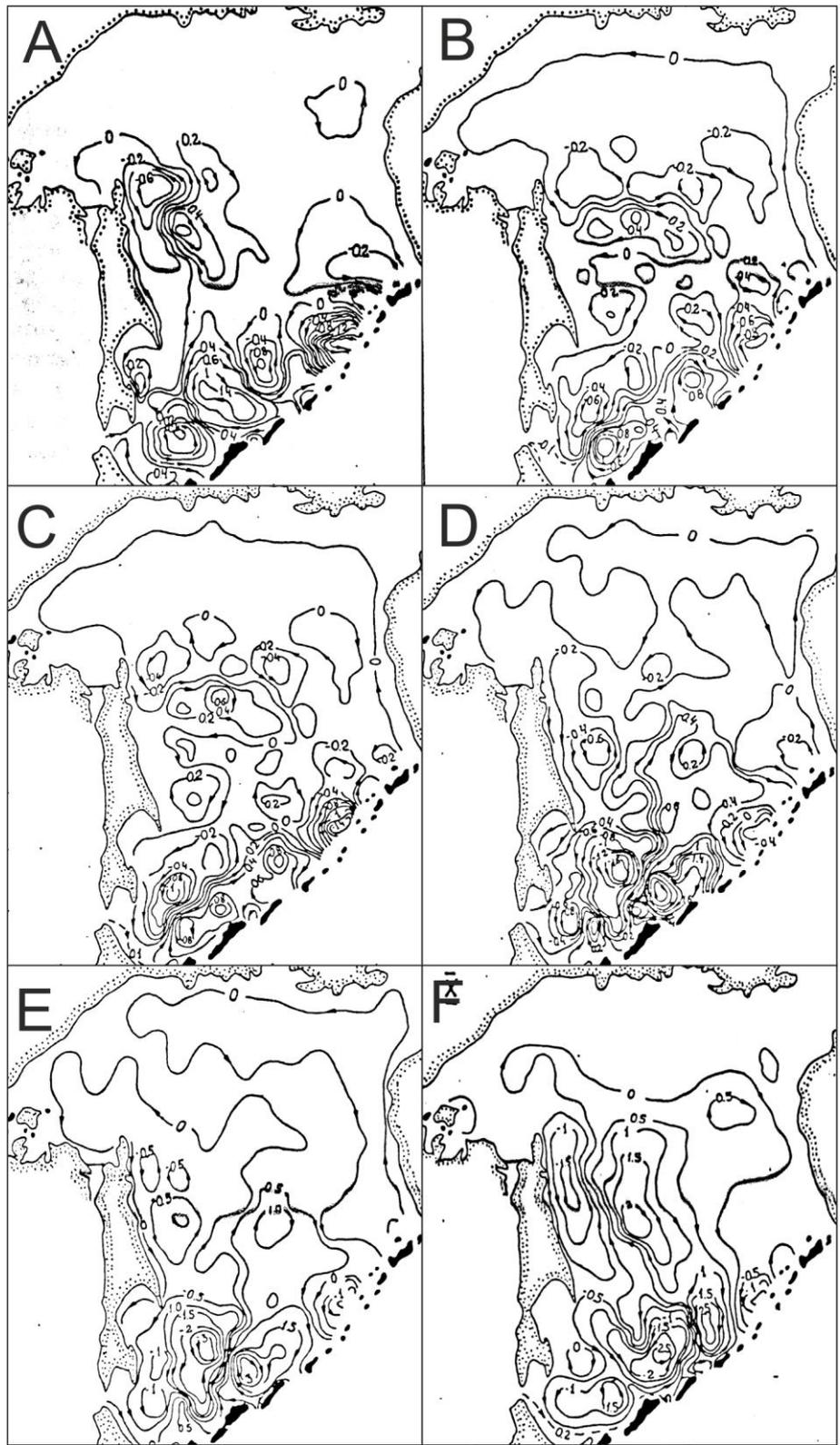


Рисунок 1.5. Интегральная циркуляция в мае (А), июне (В), июле (С), августе (D), сентябре (Е), октябре (F) [7; 8; 9]

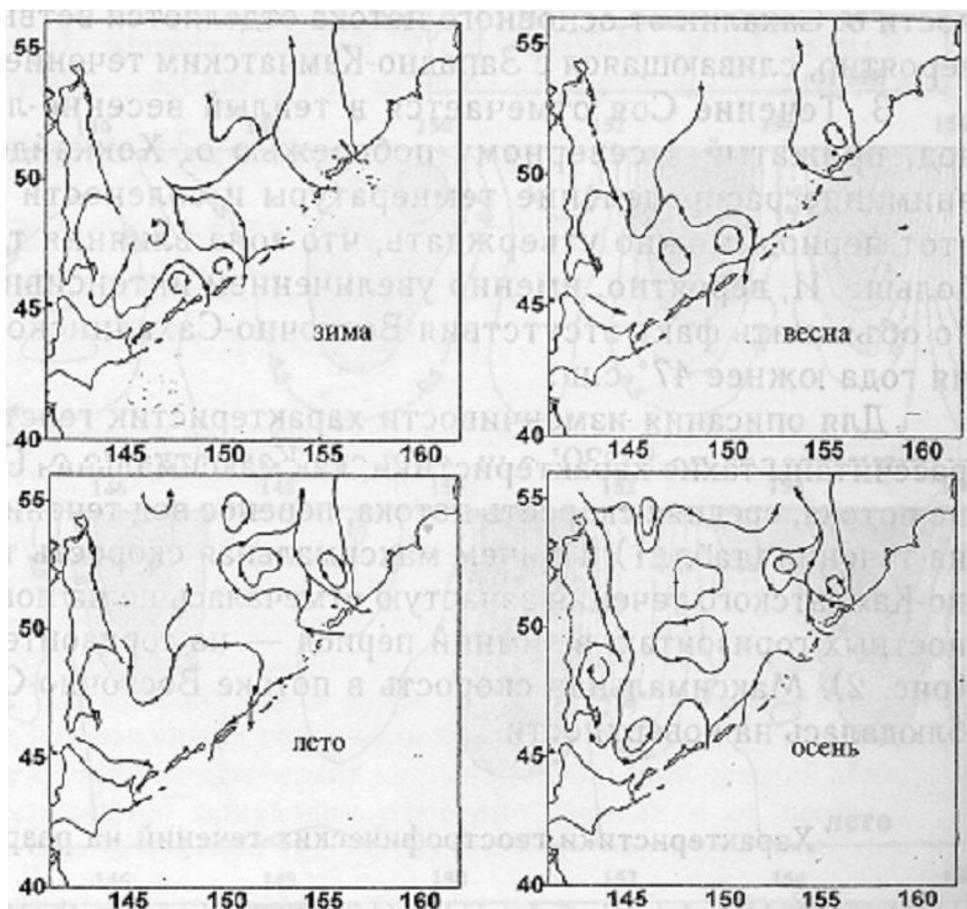


Рисунок 1.6. Сезонные схемы климатической геострофической циркуляции юга Охотского моря [42]

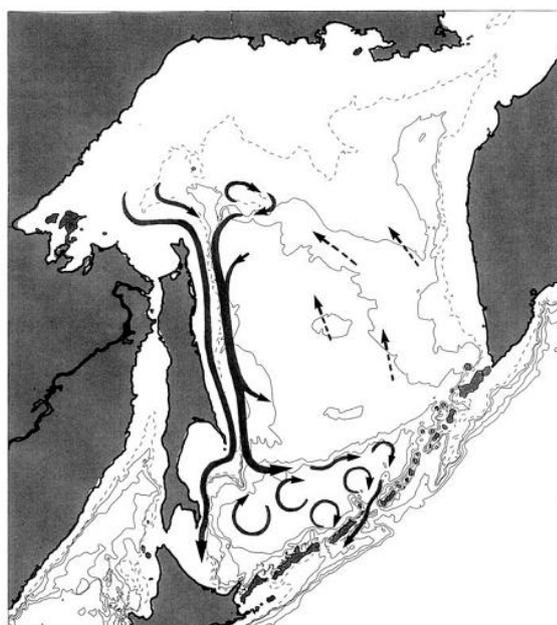


Рисунок 1.7. Схематическая циркуляция на поверхности западной части Охотского моря, полученная на основе данных дрейфующих буев и спутниковой альтиметрии. [89].

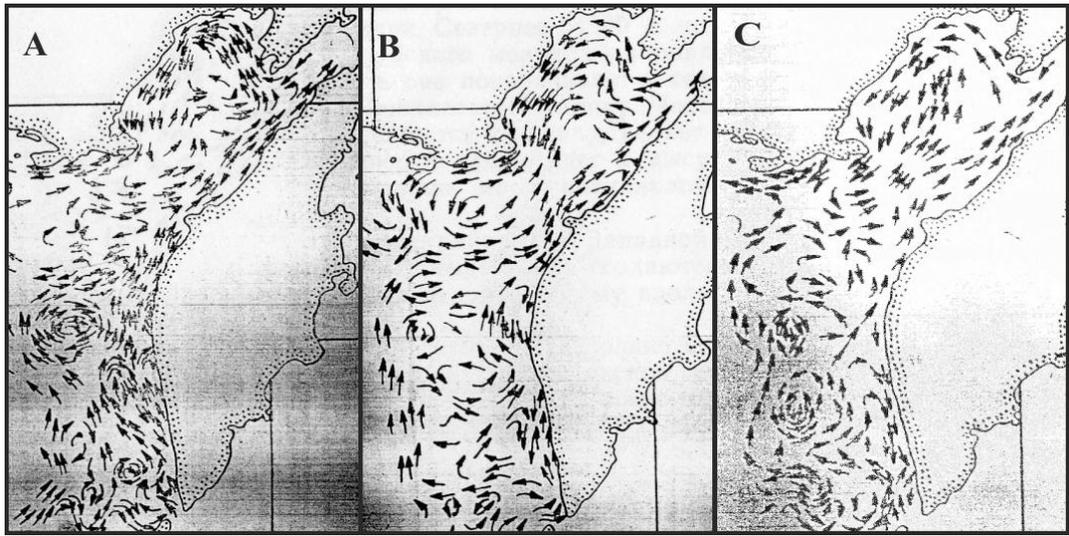


Рисунок 1.8. Геострофические течения в июле (А),
августе (В), сентябре (С) [34]

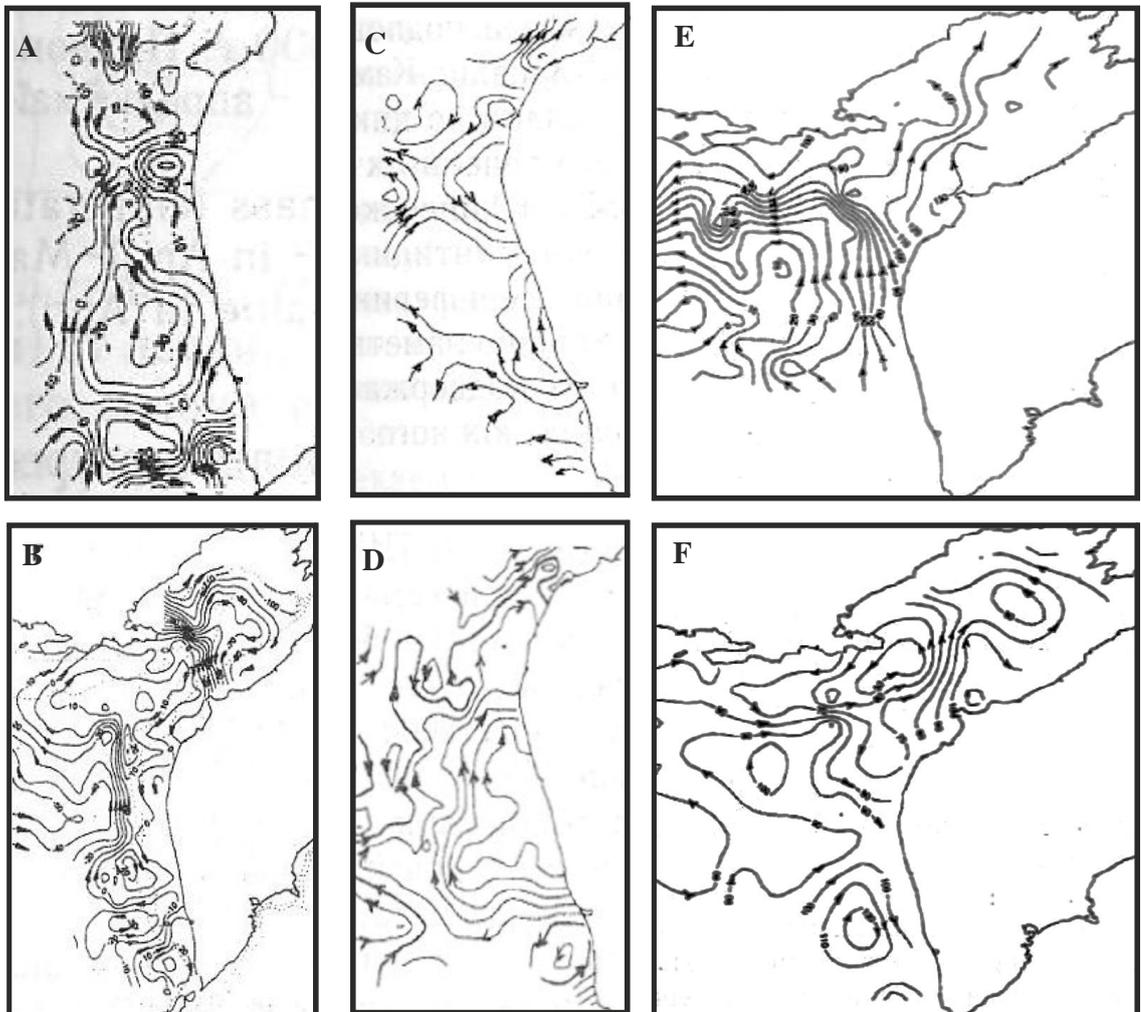


Рисунок 1.9. Динамическая топография на поверхности. А - Март, 2000; В -
апрель, 2000; С - июль, 1997; D - август, 2000; Е - сентябрь, 1997;
F - октябрь, 2000 [45]

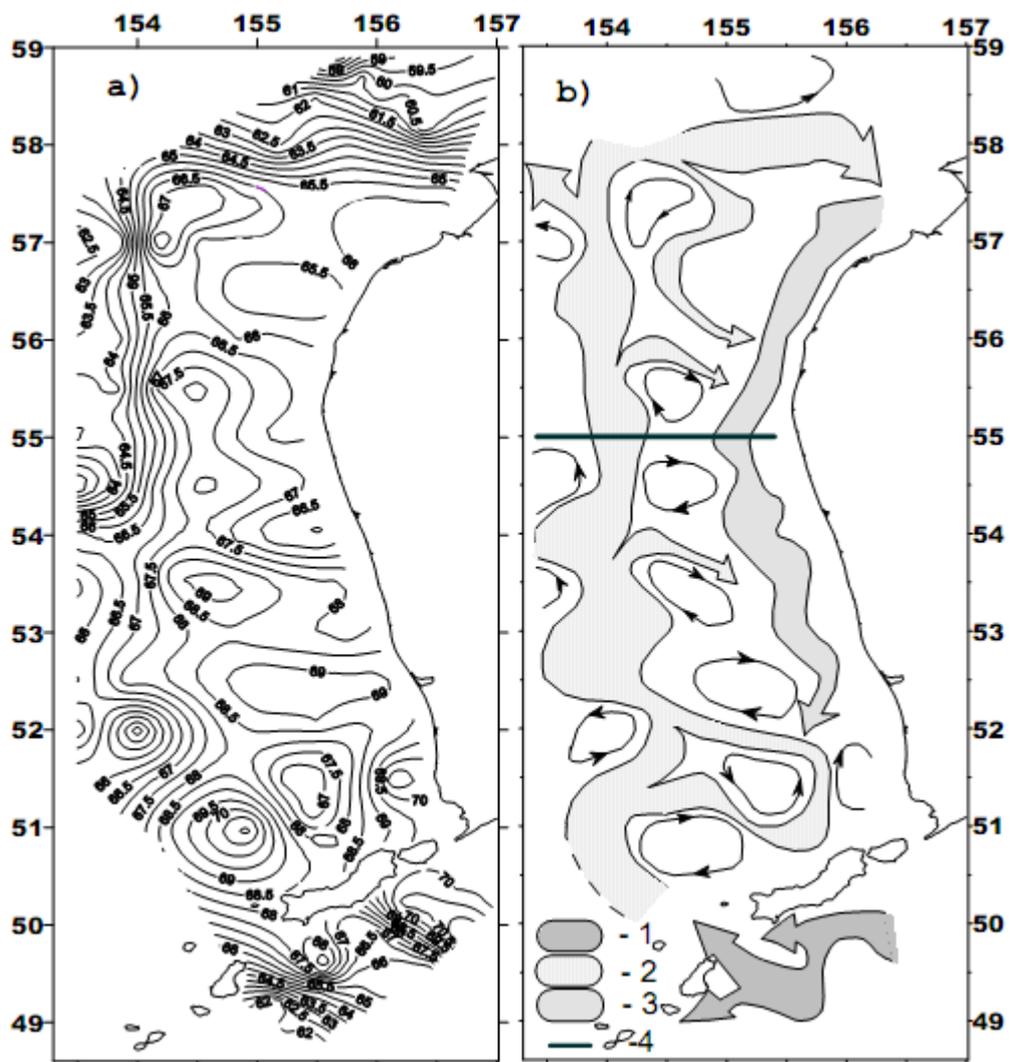


Рисунок 1.10. Циркуляция на Камчатском шельфе весной 2001 (а). Динамическая топография относительно 500 дбар (б). Цифрами обозначены геострофические течения: 1 – Курильское течение, 2 – Западно-Камчатское течение, 3 – Компенсационное течение. [94]

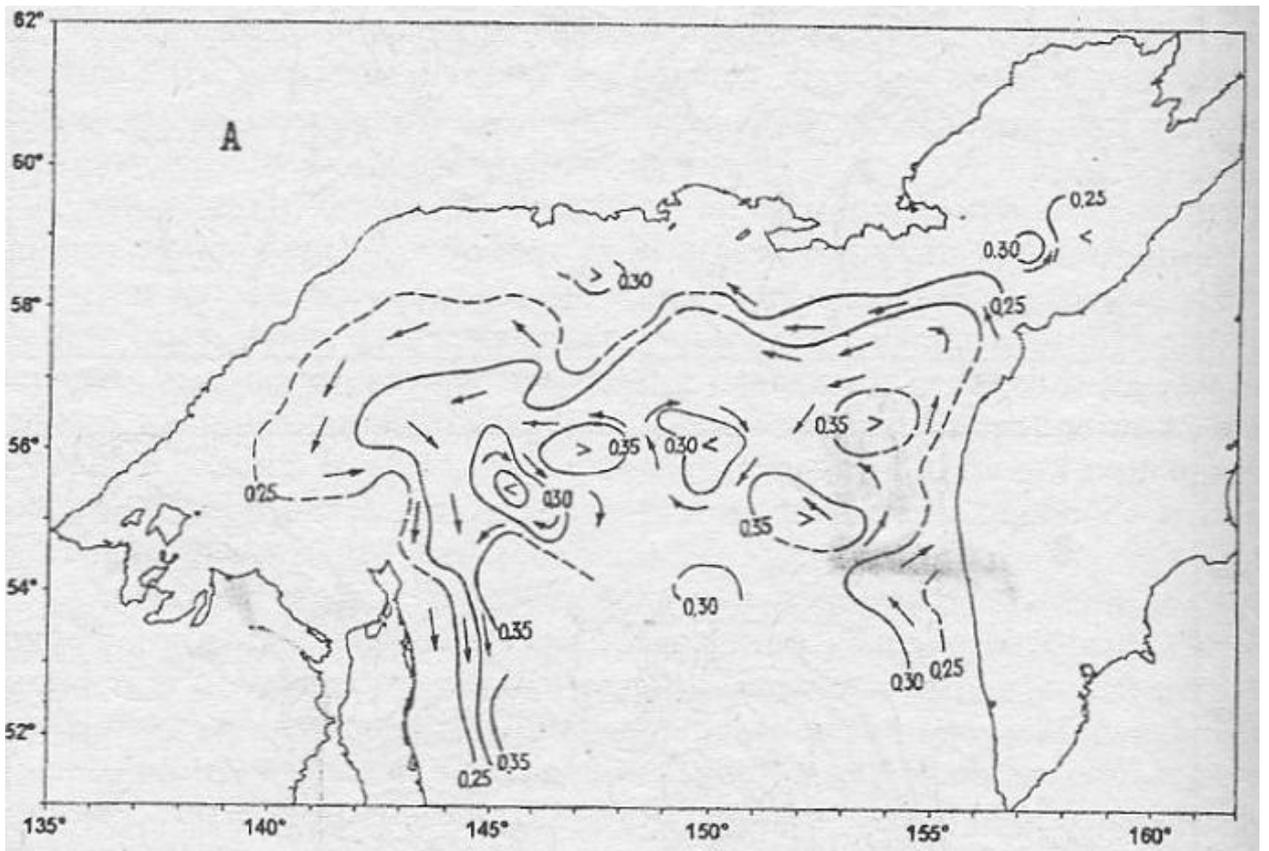


Рисунок 1.11. Географический поток в придонном 100-150 м. слое летом 1997 [32]

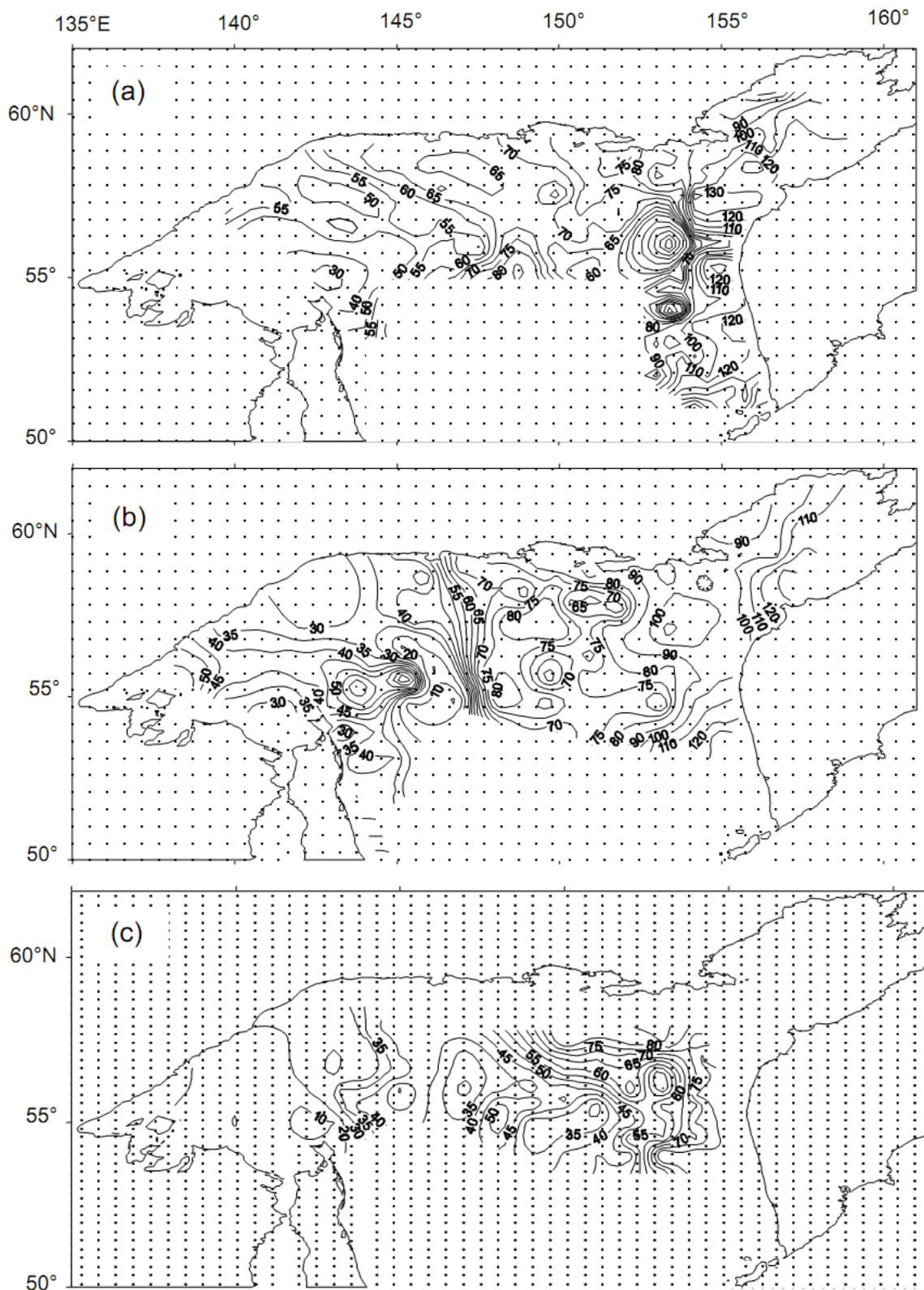


Рисунок 1.12. Геострофическая циркуляция на поверхности относительно 500 дбар. (а) апрель-июнь 1997, (б) июль-август 1997, и (с) сентябрь 1997. [68]

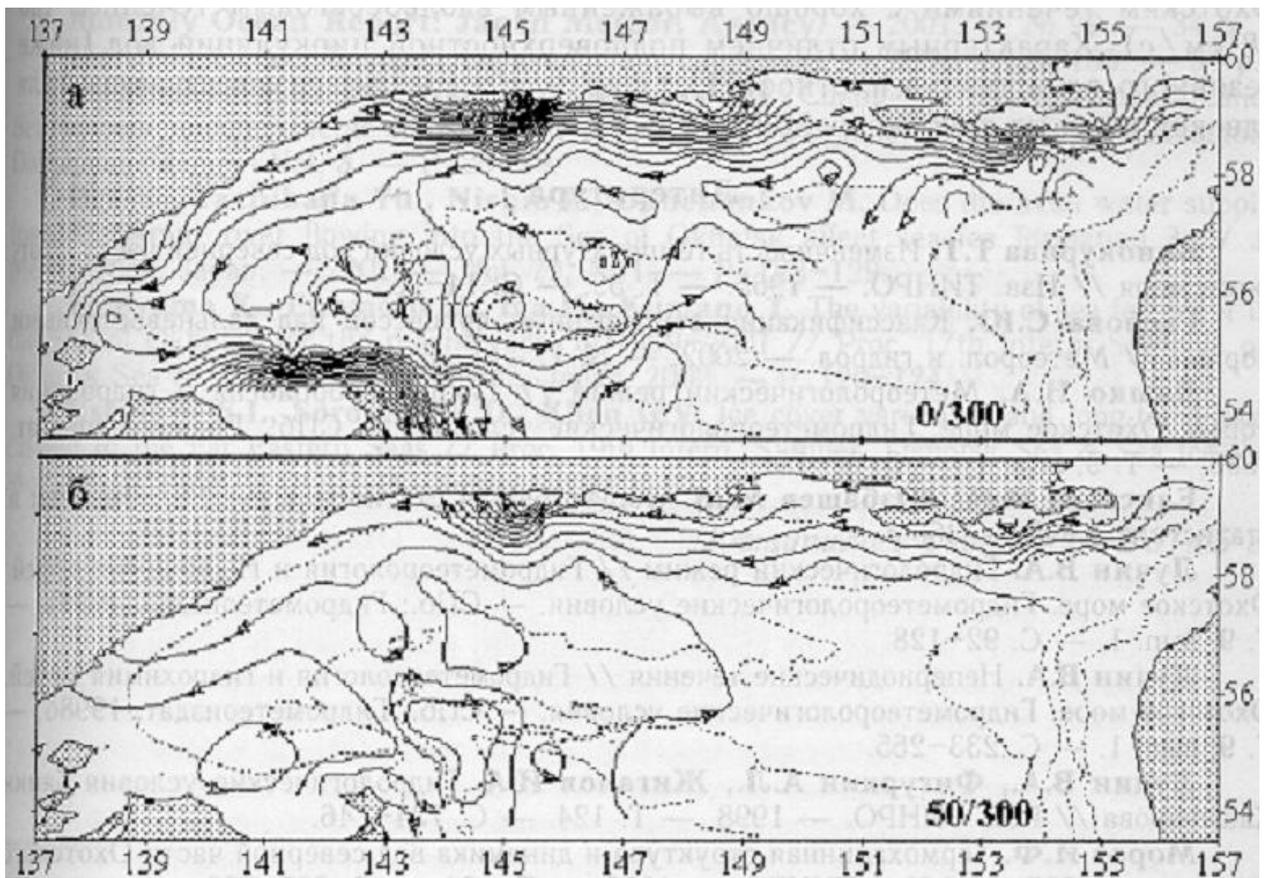


Рисунок 1.13. Географические течения на (а) и горизонте 50 м (б). Изолинии нарисованы с интервалом 5 дин/мм [16]

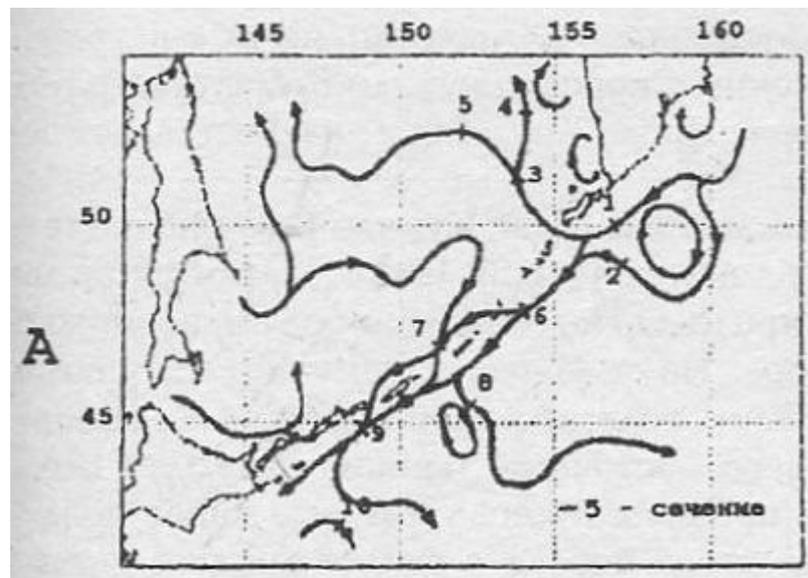


Рисунок 1.14. Многолетняя циркуляция на поверхности в июле – августе [42]

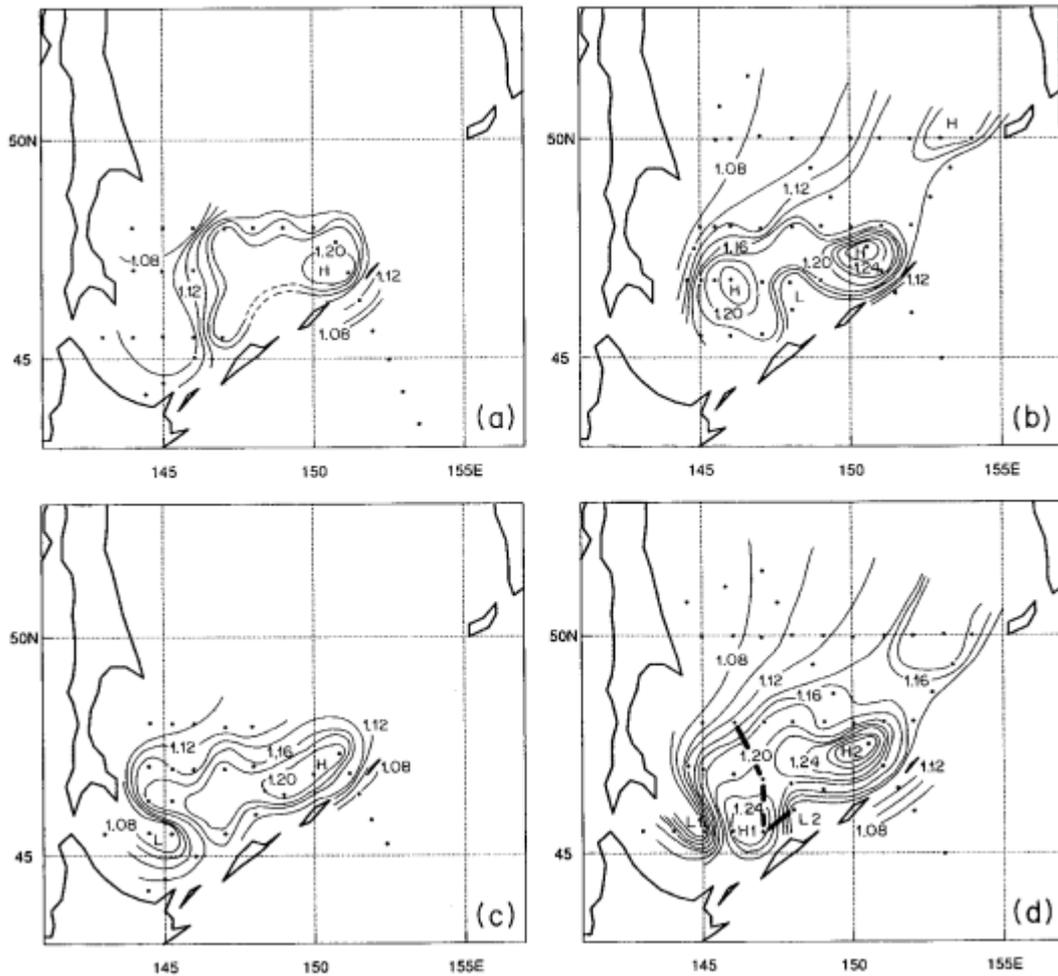


Рисунок 1.15. Динамическая топография относительно 1000 дбар в Курильской котловине для (а) июнь/июля 1977, (б) октября 1977, (с) июля 1978 и (д) ноября 1978. Изолинии в динамических метрах [110]

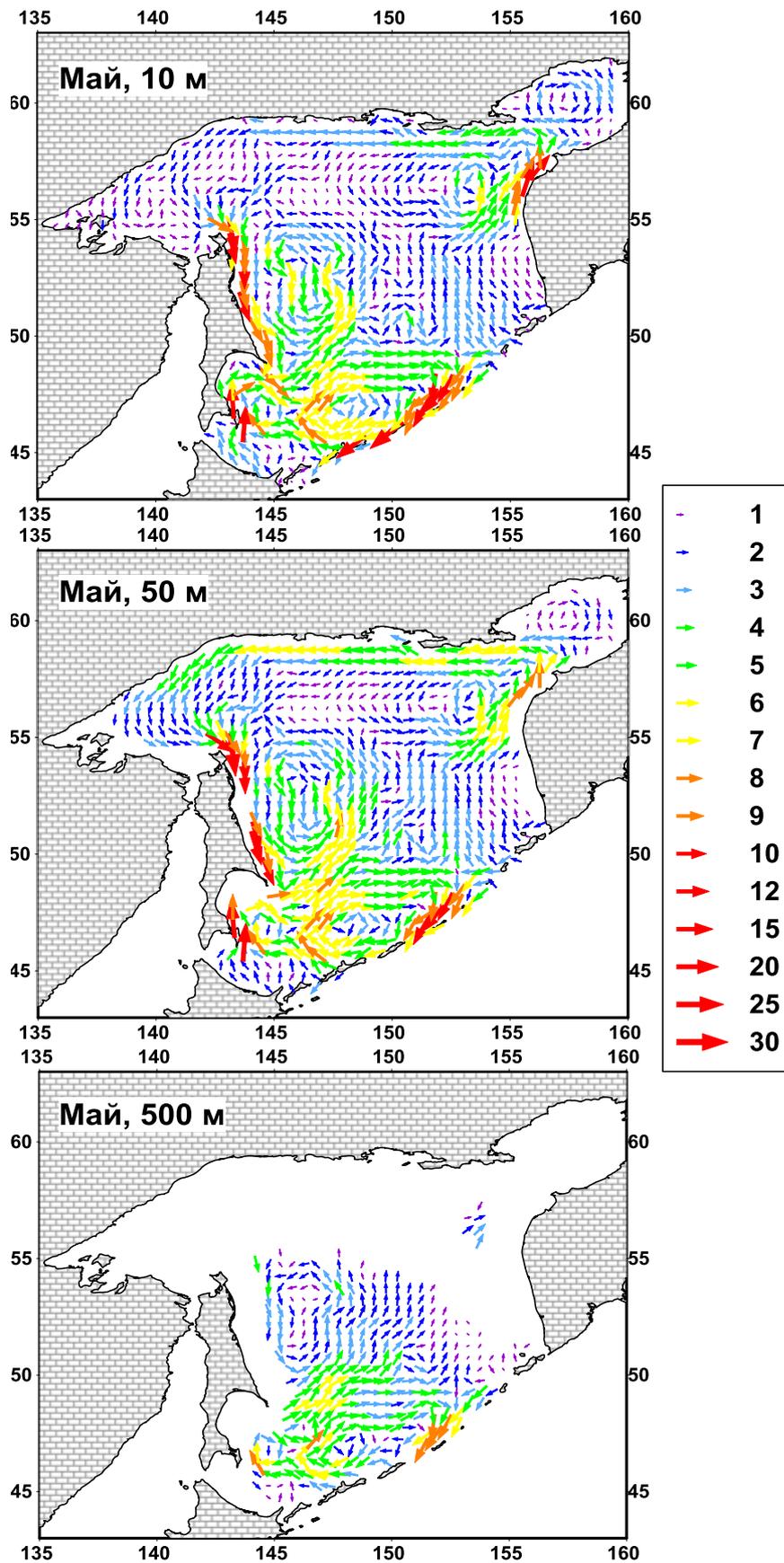


Рисунок 1.16. Циркуляция вод на горизонтах 10 м, 50 м и 500 м в мае [44]

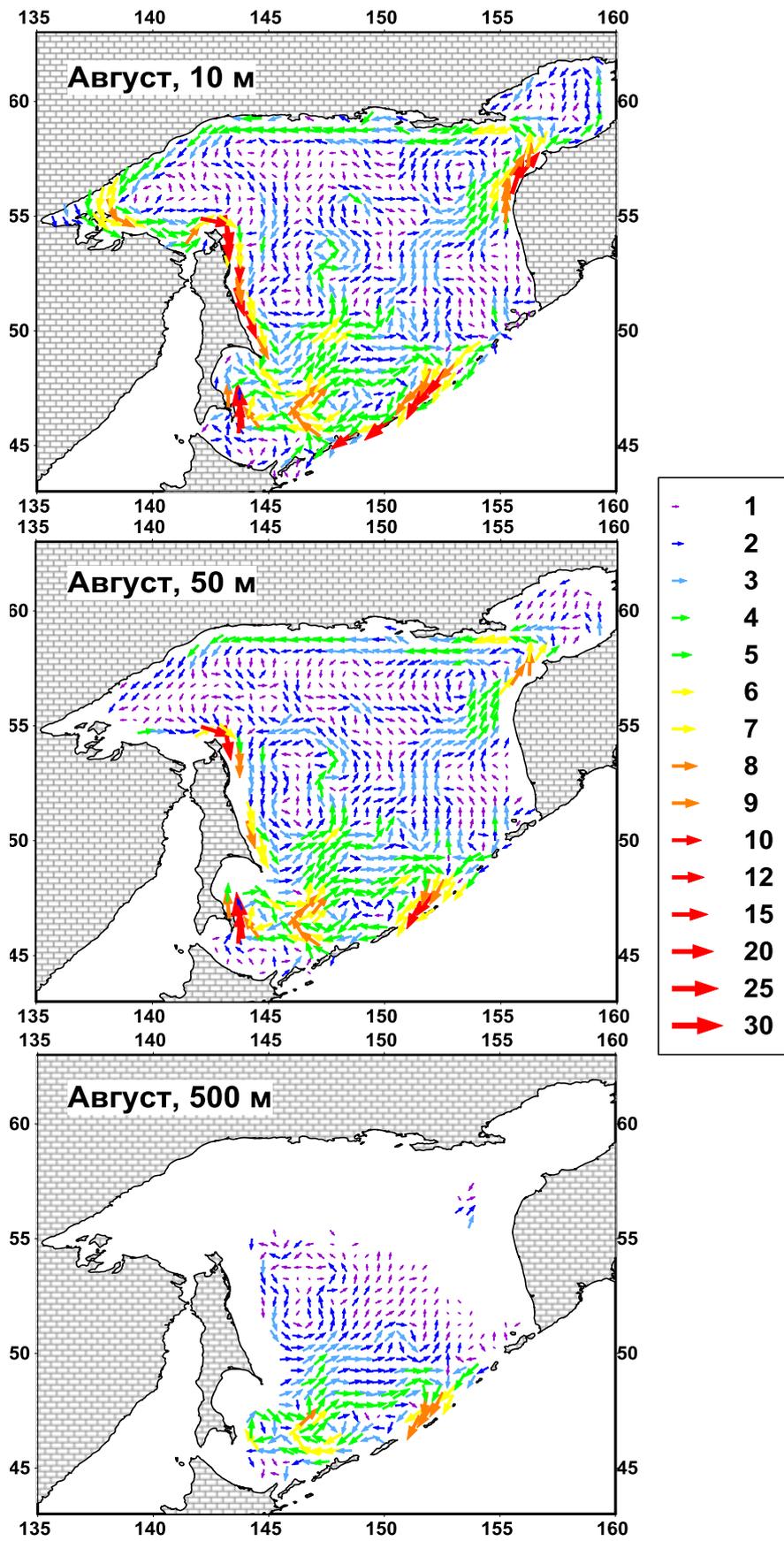


Рисунок 1.17. Циркуляция вод на горизонтах 10 м, 50 м и 500 м в августе

[44]

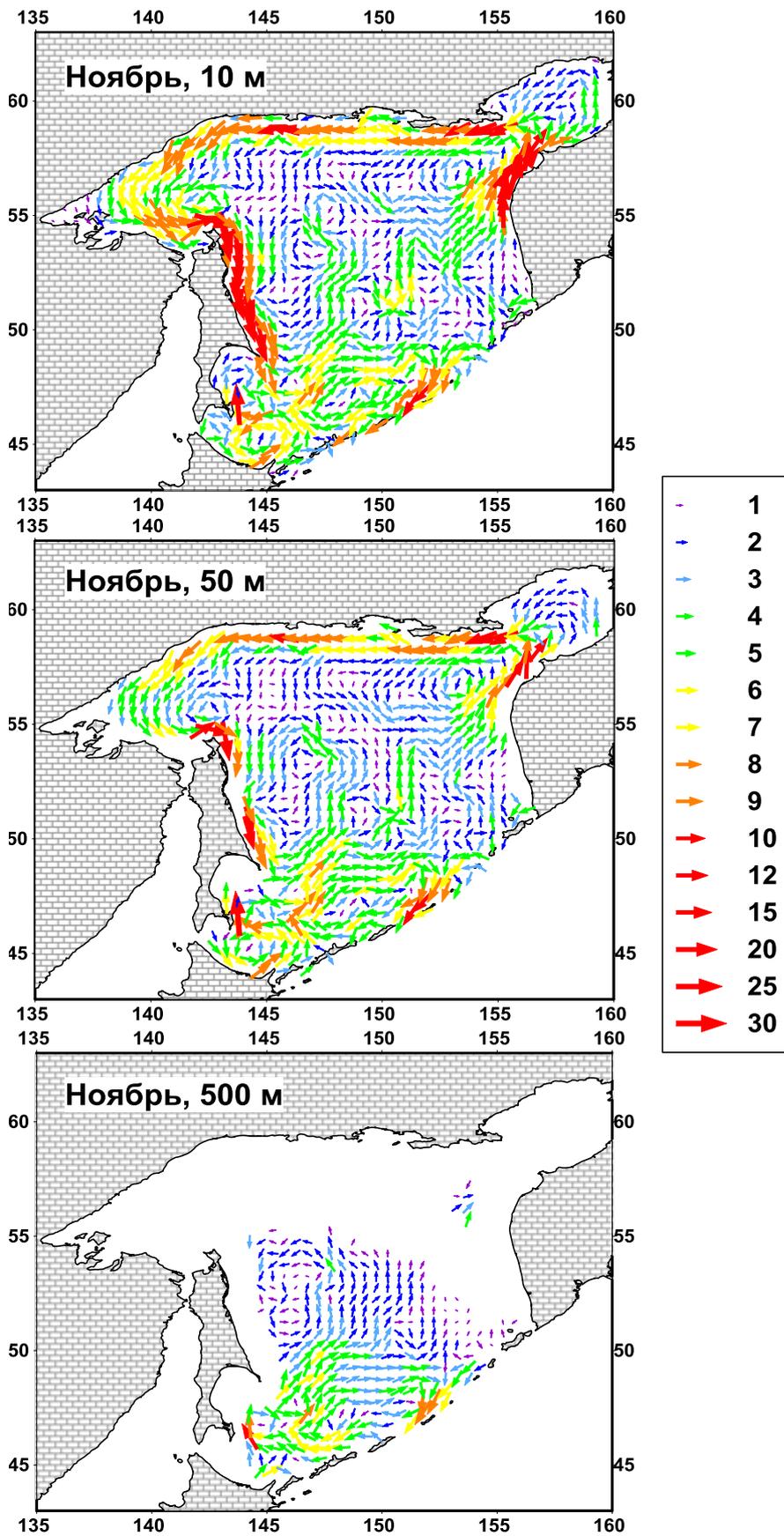


Рисунок 1.18. Циркуляция вод на горизонтах 10 м, 50 м и 500 м в ноябре [44]