

3. Циркуляция вод Охотского моря

3.1 Общая схема циркуляции вод Охотского моря

Общая схема течений в Охотском море в поверхностном слое, согласно полученным результатам моделирования, представлена следующими потоками, которые наблюдаются в течение всего года: Тихоокеанские воды проникают в Охотское море через северные Курильские проливы и формируют Западно-Камчатское и Срединное течения. Западно-Камчатское течение следует над континентальным склоном и в районе впадины ТИРНО делится на две ветви. Первая, так называемая Северная ветвь, втекает в залив Шелихова. Вторая ветвь формирует надсклоновую ветвь Северо-Охотского течения, которое следует над северным континентальным склоном. Срединное течение следует вдоль 500 метровой изобаты в северо-западном направлении. Срединное течение и надсклоновое Северо-Охотское течение встречаются в районе банки Кашеварова и трансформируются в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. На северном шельфе наблюдается прибрежная ветвь Северо-Охотского течения. На западном шельфе наблюдается прибрежная ветвь Восточно-Сахалинского течения. Циркуляция в юго-западной части Охотского моря представлена течением Соя. В остальных районах Охотского моря (банка Кашеварова, впадина Тинро, впадина Дерюгина, Курильская котловина, залив Шелихова) циркуляция имеет сложную вихревую структуру.

3.2 Сезонная изменчивость циркуляции вод Охотского моря

Визуальный анализ показал сильную сезонную изменчивость вод Охотского моря, которая внутри каждого сезона изменяется слабо.

Для анализа сезонной изменчивости взяты центральные месяцы январь, апрель, июль и октябрь. На рисунках представлены течения за каждый месяц на горизонтах 0 м, 20 м, 50 м, 100 м, 200 м и 500 м, и вертикальные разрезы для u -компоненты скорости течения вдоль 148.5 в.д. и для v -компоненты скорости течения вдоль 53 с.ш.

3.2.1 Циркуляция вод в январе

Влияние ветра на циркуляцию значительно в верхнем 40 метровом слое. Это приводит к тому, что схема течений верхнего тридцатиметрового слоя отличается от промежуточного и придонного слоев. Западно-Камчатское течение с запада ограничена 153 в.д. и с востока берегом Камчатки. Скорость потока варьируется в пределах 10-15 см/сек с максимумом около 20 см/сек при огибании пары циклонических вихрей районе впадины ТИНРО. Северная ветвь, вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения и вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения существуют в поверхностном тридцатиметровом слое. Над-склоновая ветвь Северо-Охотского течения формируется потоком Западно-Камчатского течения и частично ответвлением Срединного течения при помощи заброса вод южным антициклоническим вихрем над впадиной ТИНРО. До Банки Кашеварова идет одним потоком. Восточнее банки Кашеварова разделяется на две части, одна сливается с Срединным течением, вторая огибает Банку Кашеварова и втекает в над-склоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. На северной периферии потока находятся два антициклонических вихря. Северо-Охотское противотечение прослеживается с глубины 40 метров в прибрежной зоне в пределах 143-155 в.д. со слабыми скоростями до 5 см/сек. Срединное течение формируется затоком вод через пролив Крузенштерна и Четвертый Курильский пролив и следует вдоль 500 метровой изобаты со скоростями до 10 см/сек. Огибая банку Кашеварова с юга поток Срединного течения вливается в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. Вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения наиболее выражена в поверхностных слоях и достигает 50 см/сек. Вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения формируется у мыса Елизаветы, следует вдоль восточного берега Сахалина до мыса Терпения, затем изгибаясь в юго-западном направлении доходит до мыса Анивы и втекает в течение Соя. Надсклоновая ветвь Восточно-Сахалинского течения следует параллельно вдольбереговой ветви. Восточнее мыса Терпения поток поворачивает в восточном направлении.

Одна ветвь следует на север и замыкает циклоническую циркуляцию во впадине Дерюгина. Вторая ветвь меандрирует и впадает в Срединное течение. Течение Соя следует вдоль берегов Хоккайдо и вытекает из Охотского моря через пролив Екатерины. Скорость течения потока лежит в пределах 10-15 см/сек. Циркуляция вод залива Шелихова представлена антициклоническим вихрем. В поверхностном слое (от поверхности до 30 метров) вода в залив поступает из Западно-Камчатского течения, ниже 30 метров с северного шельфа. Циркуляция северо-западного шельфа Охотского моря представлена двумя циклоническими вихрями. Циркуляция в Курильской котловине представлена тремя антициклоническими вихрями с центрами в координатах (145.5 в.д. 47 с.ш.) (146.5 в.д. 46.5 с.ш.) (152.5 в.д. 49 с.ш.). С глубиной антициклонические вихри затихают. Начиная с глубины полутора километров и до дна усиливаются циклонические вихри (147 в.д. 46 с.ш.).

Циркуляция вод во впадине Дерюгина и окружающей глубоководной части циклоническая с явно выраженными циклоническими вихрями с центрами (146 в.д. 53 с.ш.) и (149.5 в.д. 52 с.ш.). Течения Охотского моря в феврале и марте качественно не отличаются от январских течений. Исключение составляет ветровые течения на поверхности, которые в феврале слабее чем в январе.

3.2.2 Циркуляция вод в апреле

В апреле влияние ветра на циркуляцию вод в поверхностном слое не столь значительны как зимой. Поэтому различие между поверхностным горизонтом и горизонтом 30 м не столь значительны как зимой. Западно-Камчатское течение берет начало с залива тихоокеанских вод через Четвертый Курильский пролив. Скорость потока в среднем 10 см/сек с максимумом около 15 см/сек при огибании пары циклонических вихрей районе впадины ТИНРО. Центры этих циклонических вихрей находятся в точках с координатами (152.5 в.д.; 54.5 с.ш.) и (152.7 в.д.; 56 с.ш.). Сами вихри проявляются с горизонта 30 до дна. Северная ветвь как ответвление от Западно-Камчатского

течения в залив Шелихова присутствует только на слое 10-20 м. Вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения на поверхности существует в виде узкого потока со слабыми скоростями до 6 см/сек. В поверхностном слое поток начинается южнее Тауйской губы (150 в.д.), в нижних горизонтах Вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения начинается с полуострова Лисянского (146 в.д.). Надсклоновая ветвь Северо-Охотского течения – формируется потоком Западно-Камчатского течения. До Банки Кашеварова идет одним потоком. Восточнее банки Кашеварова разделяется на две части, одна сливается с Срединным течением, вторая огибает Банку Кашеварова и втекает в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. На северной периферии потока находятся два антициклонических вихря с центрами в координатах (145.5 в.д.; 57.5 с.ш.) и (149 в.д.; 57 с.ш.). Северо-Охотское противотечение представляет собой узкую слабую струю текущую в восточном направлении севернее границы шельфа между Вдольбереговой и Надсклоновой ветвью Северо-Охотского течения. Срединное течение формируется затоком вод через пролив Крузенштерна и Четвертый Курильский пролив и следует вдоль 500 метровой изобаты со скоростями до 15 см/сек. Огибая банку Кашеварова с юга поток Срединного течения вливается в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. Вдольбереговая и надсклоновая ветвь Восточно-Сахалинского течения визуально сложно отделить друг от друга. Максимальная скорость течения достигает 30 см/сек. Первое ответвление от основного потока отходит в районе 51 с.ш. и замыкает циклонический круговорот непосредственно вокруг глубокой части впадины Дерюгина Восточнее полуострова Терпения от основного потока отходит два ответвления, первое следует строго на восток, второе следует в сторону пролива Фриза. Основной поток формирует восточнее мыса Анивы циклонический вихрь и следует в сторону пролива Фриза. Течение Соя следует вдоль берегов Хоккайдо и вытекает из Охотского моря через пролив Екатерины. Скорость течения потока лежит в пределах 15-25 см/сек. Циркуляция вод залива Шелихова представлена антициклоническим вихрем. Вода в залив поступает с северного шель-

фа. Вдоль северо-западного побережья залива Шелихова в поверхностном слое наблюдается очень слабый поток (до 5 см/сек), направленный в юго-западном направлении. Циркуляция в Курильской котловине имеет следующую структуру: через котловину следует поток Восточно-Сахалинского течения вдоль 47 с.ш. и вытекающая из Охотского моря через проливы Фриза и Буссоль. Этот поток прослеживается до глубины 1 км. К югу от этого потока находится пара циклонических вихрей с центрами в координатах (145.5 в.д. 44.7 с.ш.) и (147 в.д., 46 с.ш.) к северу находится циклонический вихрь в точке (152 в.д., 48 с.ш.). Надсклоновая ветвь Восточно-Сахалинского течения следует параллельно вдольбереговой ветви. Восточнее мыса Терпения поток поворачивает в восточном направлении. Одна ветвь следует на север и замыкает циклоническую циркуляцию во впадине Дерюгина. Вторая ветвь меандрирует и впадает в Срединное течение. Циркуляция вод залива Шелихова представлена антициклоническим вихрем. В поверхностном слое (от поверхности до 30 метров) вода в залив поступает из Западно-Камчатского течения, ниже 30 метров с северного шельфа. Циркуляция северо-западного шельфа Охотского моря представлена двумя циклоническими вихрями. Циркуляция в Курильской котловине представлена тремя антициклоническими вихрями с центрами в координатах (145.5 в.д. 47 с.ш.) (146.5 в.д. 46.5 с.ш.) (152.5 в.д. 49 с.ш.). С глубиной антициклонические вихри затихают. Начиная с глубины полутора километров и до дна усиливаются циклонические вихри (147 в.д. 46 с.ш.).

Циркуляция вод во впадине Дерюгина и окружающей глубоководной части циклоническая с явно выраженными циклоническими вихрями с центрами (146 в.д. 53 с.ш.) и (149.5 в.д. 52 с.ш.)

3.2.3 Циркуляция вод в июле

Западно-Камчатское течение берет начало с залива тихоокеанских вод через пролив Крузенштерна и внутренних вод с Курильской котловины. Скорость потока в среднем 5 см/сек с максимумом около 10 см/сек. Севернее 54

с.ш. поток раздваивается и сливается в районе 56 с.ш. затем с запада огибает впадину ТИНРО и формирует над склоновую ветвь Северо-Охотского течения. Над впадиной ТИНРО пара вихрей, на северной части - антициклонический вихрь с центром (154 в.д.; 57.5 с.ш.), который наблюдается от поверхности до дна. В центральной части впадины ТИНРО – циклонический вихрь, который проявляется с горизонта 400 м. На западно-Камчатском шельфе наблюдается слабый поток южного направления. Вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения существует в виде узкого потока со слабыми скоростями до 4 см/сек ниже горизонта 30 м. Выше горизонта 30 м по всей ширине шельфа течет Северо-Охотское противотечение. Надсклоновая ветвь Северо-Охотского течения формируется потоком Западно-Камчатского течения. До Банки Кашеварова идет одним потоком. Восточнее банки Кашеварова разделяется на две части, одна сливается с Срединным течением, вторая огибает Банку Кашеварова и втекает в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. На северной периферии потока находятся четыре антициклонических вихря с центрами в координатах (145.3 в.д.; 57.3 с.ш.) , (148.8 в.д.; 56.8 с.ш.), (150.8 в.д.; 56.5 с.ш.) и (151.5 в.д.; 57.5 с.ш.). Срединное течение формируется затоком вод через пролив Крузенштерна и Четвертый Курильский пролив и следует вдоль 500 метровой изобаты со скоростями до 10 см/сек. Огибая банку Кашеварова с юга поток Срединного течения вливается в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. Вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения слабо выражена. Надсклоновая ветвь южнее 51 с.ш. разделяется на две струи, которые сходятся восточнее мыса Терпения. Максимальная скорость течения достигает 25 см/сек. От надсклоновой ветви Восточно-Сахалинского течения отходят три ответвления, которые вливаются в Срединное течения и таким образом замыкают циклоническую циркуляцию вокруг впадины Дерюгина. Первые две струи отходят в районе 50 с.ш., третья – 49 с.ш. Достигая Курильской котловины поток следует параллельно курильским островам в северо-восточном направлении формируя антициклонические вихри южнее и циклонические вихри севернее потока. Между

мысом Анива и Восточно-Сахалинским течением находится циклонический вихрь с центром (144.8 в.д.; 46.5 с.ш.). Течение Соя следует вдоль берегов Хоккайдо и вытекает из Охотского моря через проливы Кунашира, Екатерины и Фриза. Скорость течения потока лежит в пределах 25-35 см/сек. Циркуляция вод залива Шелихова представлена антициклоническим вихрем во внутренней части залива и циклоническим вдоль берега. Вода в залив поступает с северного шельфа.

3.2.4 Циркуляция вод в октябре

В осеннее время усиливается влияние ветра, которое прослеживается до горизонта 30 метров. Западно-Камчатское течение берет начало с залива тихоокеанских вод через Четвертый Курильский пролив. Затем поток поворачивает на северо-восток вдоль острова Парамушир. Остров Атласова делит поток на две части, которые следуют параллельно до 54 сш. Затем оба потока сливаются. Дойдя до антициклонического вихря во впадине ТИНРО основная часть потока поворачивает на запад и формирует надсклоновую ветвь Северо-Охотского течения. Ответвление от потока Западно-Камчатского течения поворачивает на северо-восток и формирует Северное течение, которое втекает в залив Шелихова. Над впадиной ТИНРО пара вихрей, на северной части - антициклонический вихрь с центром (153.7 в.д.; 57.5 с.ш.), который наблюдается от поверхности до дна. В центральной части впадины ТИНРО – циклонический вихрь (153.7 в.д.; 56.5 с.ш.), который проявляется с горизонта 400 м. Вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения следует широким фронтом по всему северному шельфу от поверхности до горизонта 30 м. Ниже 30 метров в виде длинной вдольбереговой струи, которая выходит из залива Шелихова до севера Сахалина. Надсклоновая ветвь Северо-Охотского течения – формируется потоком Западно-Камчатского течения. До Банки Кашеварова идет одним потоком. Восточнее банки Кашеварова разделяется на две части, одна сливается с Срединным течением, вторая огибает Банку Кашеварова и втекает в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского

течения. На северной периферии потока находятся два антициклонических вихря с центрами в координатах (148.5 в.д.; 56.5 с.ш.) и (151 в.д.; 57.4 с.ш.). Срединное начинается от антициклонического вихря в северной части Курильской котловины. Огибая банку Кашеварова с юга поток Срединного течения вливается в надсклоновую ветвь Восточно-Сахалинского течения. Вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения очень интенсивно. Скорости потока достигают 1 м/сек. Поток следует строго вдоль берега до мыса Терпения, потом разделяется на две части, первая заходит в залив Терпения, вторая следует на юг. Восточнее мыса Анива обе ветви сливаются и вливаются в течение Соя. Максимальная скорость над склоновые ветви Восточно-Сахалинского течения достигает 35 см/сек. От надсклоновой ветви Восточно-Сахалинского течения отходят два ответвления, первое формирует циклоническую циркуляцию, второе вливается в Срединное течения и таким образом замыкают циклоническую циркуляцию вокруг впадины Дерюгина. Течение Соя следует вдоль берегов Хоккайдо и вытекает из Охотского моря через проливы Кунашира, Екатерины и Фриза. Скорость течения потока лежит в пределах 25-35 см/сек. Циркуляция вод залива Шелихова представлена антициклоническим вихрем во внутренней части залива и циклоническим вдоль берега. Циркуляция в Курильской котловине представлена четырьмя антициклоническими вихрями с центрами в координатах (146 в.д. 46 с.ш) (149.5 в.д. 46.5 с.ш.) (153 в.д. 49.5 с.ш.) (154.5 в.д. 50.6 с.ш.). С глубиной антициклонические вихри затихают. Начиная с глубины полутора километров и до дна усиливаются циклонические вихри (146 в.д. 47 с.ш) (148 в.д. 47.5 с.ш) (151 в.д. 48.5 с.ш).

3.2.5 Расход основных течений

Результаты моделирования дают возможность оценить расходы и его сезонную изменчивость основных течений исследуемого района. Для анализа выбраны вдольбереговая ветвь Восточно-Сахалинского течения (ВСТ1), надсклоновая ветвь Восточно-Сахалинского течения (ВСТ2), вдольбереговая ветвь Северо-Охотского течения (СОТ1), надсклоновая ветвь Северо-

Охотского течения (СОТ2), Срединное течение (СТ) и Западно-Камчатское течение (ЗКТ). Расходы каждого потока приводятся в таблице.

Таблица 3.1 Расход основных течений в Свердрупях

месяц	ВСТ1	ВСТ2	СТ	ЗКТ	СОТ1	СОТ2
январь	1.67	5.39	4.79	1.70	0.15	2.74
февраль	0.76	5.71	3.92	2.15	0.16	3.37
март	0.37	5.74	3.05	2.03	0.14	3.55
апрель	0.62	5.84	3.67	1.77	0.08	3.27
май	0.51	5.77	3.09	1.38	0.06	2.55
июнь	0.44	5.25	2.73	0.99	0.09	1.95
июль	0.31	4.72	2.24	0.88	0.05	1.52
август	0.25	4.36	1.97	0.89	0.09	1.27
сентябрь	0.39	4.40	2.08	0.86	0.19	1.25
октябрь	0.89	4.49	2.10	0.89	0.38	1.24
ноябрь	1.54	4.64	3.30	0.67	0.76	1.08
декабрь	1.56	5.61	4.97	1.01	0.41	1.68

Для анализа Восточно-Сахалинского течения разрез строится вдоль 51 с.ш. в этом месте обе струи (вдольбереговая и надсклоновая) визуальны обо- соблены для всех месяцев года. К примеру на 53 с.ш. граница раздела между обоими струями не так очевидна. Ширина вдольбереговой ветви Восточно-Сахалинского течения лежит в пределах от 60-90 км с минимумом летом и максимумом зимой. Расходы варьируются во вдольбереговой ветви Восточно-Сахалинского течения в пределах 0.3-1.6 СВ. Максимум достигается в ноябре, декабре, январе, затем падает до 0.76 в феврале и стремится к летнему минимуму. Имеется локальный максимум в апреле (0.6 СВ). Ширина надсклоновой ветви Восточно-Сахалинского течения варьируется в пределах от 100 км в весенне-летний период и около 140 км в позднесенний-зимний период. Расходы в надсклоновой ветви Восточно-Сахалинского течения варьируются в пределах с 4.3-4.7 св в период с августа по ноябрь до 5.4-5.8 СВ в период с декабря по май. Выбор широты для построения разреза влияет на величину расходов в зимнее время, но не влияет на величину расходов в летнее время. В январе, к примеру, через 51 сш. протекает 6.9 СВ, через 52 сш - 8.1 СВ, через 53 сш - 12.3 СВ.

Для анализа Срединного течения и Восточно-Камчатского течения берется разрез через 53 с.ш. Главная ось Срединного течения лежит в пределах 151-152 в.д. Минимальная ширина потока 140 км в августе-октябре, максимум 240 км в апреле. Расход лежит в пределах от 2 СВ в августе до 5 СВ в декабре. Есть локальный максимум в 3.7 СВ в апреле.

Главная ось Западно-Камчатского течения лежит в пределах 153-155 в.д. Минимальная ширина потока 100 км в июнь-сентябрь, максимум 250 км в октябре-феврале. Минимум расхода в пределах от 0.7-0.9 СВ в июне-ноябре, максимум 2 СВ в феврале-марте.

Для анализа надсклоновой ветви Северо-Охотского течения выбирается разрез вдоль 148.5 в.д. Главная ось потока лежит в пределах 55-57 с.ш. Ширина потока была 220 км. Минимум расхода в пределах от 1-1.2 СВ в августе-ноябре, максимум 3.2-3.5 СВ в феврале-апреле.

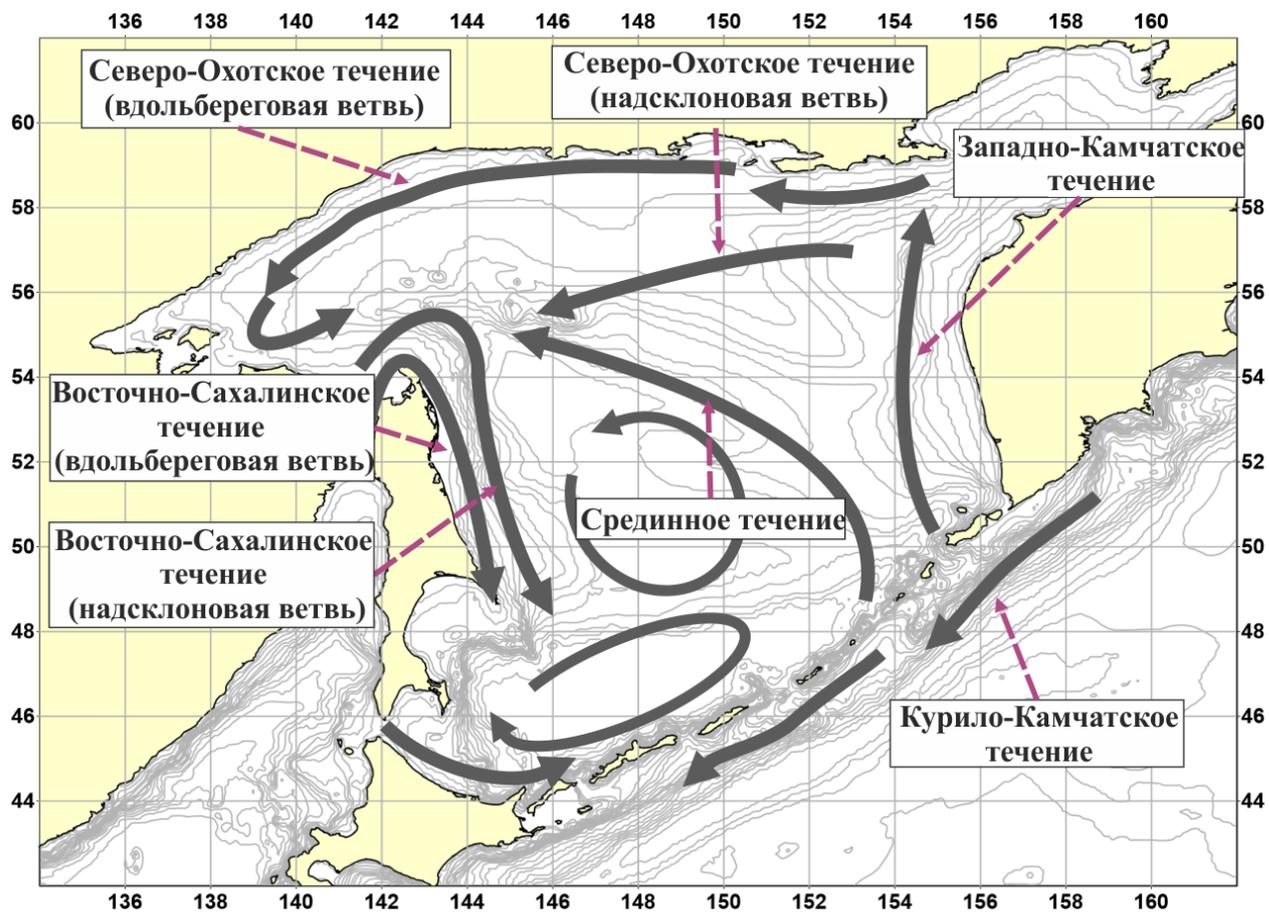


Рисунок 3.1. Схема течений Охотского моря на основе результатов моделирования