



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Гидротермический режим вод Черного моря в районе порта Туапсе»

Исполнитель Арзуманов А.А.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

«18» июня 2016 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
«24» мая 2016 г.	
 подпись	 расшифровка подписи

Туапсе
2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Гидротермический режим вод Черного моря в районе порта Туапсе»

Исполнитель Арзуманов А.А.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

«____» _____ 2016 г.

Туапсе
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Физико-географические условия акватории Черного моря	5
1.1 Географические положение Черного моря.....	5
1.2 Общая характеристика вод в акватории Черного моря	12
Глава 2 Гидрометеорологические условия Черного моря в районе порта Туапсе	16
2.1 Гидрологический режим Черного моря в районе порта Туапсе	16
2.2 Режим волнения Черного моря в районе порта Туапсе	25
2.3 Режим и характер распределения течений по направлениям.....	36
Глава 3 Термический режим прибрежной зоны Черного моря.....	47
3.1 Температурный режим вод прибрежной зоны Черного моря	47
3.2 Термический режим вод на рейде порта Туапсе	53
Заключение.....	60
Список использованной литературы.....	62

Введение

Чёрное море — важный район транспортных перевозок, а также один из крупнейших курортных регионов Евразии. Помимо этого, Чёрное море сохраняет важное стратегическое и военное значение. В Севастополе и Новороссийске находятся основные военные базы российского Черноморского флота. Интерес к Черному морю вызван не только особенным расположением и богатством природы его бассейна, но и большим экономическим значением. В экономике Черного моря на передний план выходят перевозки грузов по древнему «шелковому пути», а также добыча и транспортирование нефти.

Размещение на побережье Черного моря промышленных предприятий, внесение в морскую среду загрязняющих веществ различных видов, использование акватории для судоходства и добычи ресурсов - все это антропогенные факторы загрязнения Черноморского бассейна. Поэтому в настоящее время очень остро стоит вопрос о проведении постоянных наблюдений за состоянием и всякого рода изменениями морской среды

Климатические условия и их изменчивость являются основным фактором, определяющим гидрологическую структуру и динамику вод Черного моря. Из всего комплекса климатообразующих факторов наиболее важными для гидрологического режима являются два метеорологических параметра - приземная температура воздуха и ветер. Атмосферные термические условия (термический фактор) ответственны за гидрофизические процессы, формирующие гидрологическую структуру верхнего слоя моря. Ветровые условия (динамический фактор) определяют динамику вод, Основное черноморское течение (ОЧТ), вихревые образования. Кроме того, ветровые условия во многом определяют и термические (атмосферные) условия.

Актуальность темы. В связи с хозяйственной деятельностью, промышленных предприятий, объектов курортной сферы, необходимо проведение мониторинга и установление сезонной и межгодовой изменчивости гидрометеорологических условий в акватории порта.

Объектом исследования являются гидрометеорологические условия прибрежной зоны и поверхностных вод Черного моря в районе порта Туапсе.

Предметом исследования - динамика гидрометеорологических условий акватории Черного моря.

Цель исследования – анализ сезонного распределения гидрометеорологических условий в акватории Черного моря.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- обзор географического положения, и общей характеристики Черного моря;
- выявление особенностей гидрологического режима прибрежной акватории;
- выявление режима волнений моря в прилегающей береговой зоне в районе порта Туапсе;
- выявление характера распределения течений морских вод по направлениям;
- определение термического режима вод в акватории и на рейде;

Структура работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, список литературы, представленный 33 наименованиями.

В первой главе рассматриваются географическое положение и общая характеристика вод Черного моря.

Во второй главе представлена гидрологическая характеристика Черного моря в районе порта Туапсе.

В третьей главе проведен анализ термического режима вод в акватории и на рейдах районе порта Туапсе.

Информационной и методической базой исследования послужили метеорологические данные порта Туапсе за последние 30 лет,

Общий объем работы составляет 64 машинописные страницы, работа содержит 27 таблиц.

Глава 1 Физико-географические условия акватории Черного моря

1.1 Географические положение Черного моря

В среднедунайскую низменность эти морские элементы фауны не проникают. Изолированное паннонское море отлагает примечательные «конгериевые пласты», фауна которых складывается из реликтов сарматского времени (кардиды) и иммигрантов из пресных вод суши, окружающей это озеро-море. Здесь готовится та фауна, которая позже, в плиоценовый период, завладела всей понто-каспийской областью. В самом деле, здесь в начале плиоцена образуется после некоторого сужения несколько более обширный бассейн, так называемый понтический, условия которого становятся одинаковыми с паннонским морем, а так как понтическое озеро-море вступает в соединение с паннонским, то часть фауны последнего иммигрирует в понто-каспийскую область, смешиваясь здесь с некоторыми местными реликтами. Из моллюсков между остатками миоценовой морской фауны, конечно, сильно изменившимися, мы находим одних кардид, но несомненно, что многочисленные другие реликты находились среди других классов беспозвоночных и среди рыб [6, с. 50].

Понтическое море мы можем проследить от среднедунайской низменности до восточного берега Каспия; на юг оно проходило до Константинополя и даже несколько южнее. Отложения его известны и в Закавказье. Таким образом, есть основания думать, что оно покрывало и современную глубокую котловину Понта. Дальнейшая судьба этого моря состоит в распадении его на отдельные бассейны. Понтийское море скоро опресняется, делается настоящим пресным озером, населенным моллюсками восточно-азиатского типа. Несколько позже та же судьба постигает и нижнедунайский отдел понтийского моря. С обширных степей Новороссии и Крыма понтические воды скоро совсем уходят, и они надолго превращаются в сушу. Лишь на востоке Черного моря мы видим большой бассейн, отложения которого известны у Керчи, в Кубанской области и в Абхазии.

В этом киммерийском бассейне, существовавшем в среднеплиоценовое время, фауна понтического типа достигает максимума своего развития. Мелкие формы нижнепонтического времени развиваются здесь в огромные красивые виды, а среди водяных улиток появляются такие формы, родичей которых можно теперь видеть лишь на далёком востоке Азии и даже островах Тихого Океана. От Каспия этот бассейн совсем отделен [3, с. 59].

Оба бассейна, черноморский и каспийский, начиная с конца понтического времени и почти до конца плиоцена, остаются разделенными, поэтому развитие обоих бассейнов идёт совершенно самостоятельно. Черноморский бассейн в послекиммерийское время, по-видимому, значительно сокращается: его размеры, несомненно, были несколько меньше нынешнего Черного моря, поэтому мы знаем лишь небольшие клочки отложений его, относящихся к концу миоцена. Пласты Куяльника, следовавшие за киммерийскими, известны лишь из окрестностей Одессы и с реки Гализги в Абхазии, а относящиеся к самому концу плиоцена пласты мыса Чауды, кроме последнего, найдены у Галлиполи на Мраморном море. Последний факт свидетельствует о том, что в конце плиоценовой эпохи воды Понта соединялись с мраморноморским бассейном, и что в эту пору уже существовал Босфор, как пролив [11, с. 53].

С другой стороны фауна Чаудинских пластов, без всякого сомнения, указывает на возобновление связи Понта и Каспия, так как она представляет много общего с фауной так называемого Бакинского яруса Каспийского бассейна. Связь эта продолжается и позже в начале послетретичного времени, когда Каспий широко раздвигает свои границы. Размеры его, впрочем, неоднократно изменяются, делаясь то меньше, то больше, одновременно с колебаниями размеров великого скандинавского ледника, то далеко надвигавшегося на русскую равнину, то опять уходившего на север. Колебания эти отражаются отчасти и на состоянии черноморского бассейна. Во всяком случае, и в начале послетретичного времени мы видим его в состоянии каспиеобразного внутреннего моря (озера-моря), населённого фауной, весьма сходной с современной каспийской. В таком состоянии его находят те события,

которые повели к проникновению в него соленых средиземноморских вод, т. е. соединению его со Средиземным морем.

В течение конца миоценовой, всей плиоценовой и начала послетретичной эпохи Черное море (точнее замкнутое Эвксинское озеро-море) остается отделенным от Средиземного так называемой Эгейской сушей. Последняя была покрыта высокими горами, между которыми расстиались крупные пресноводные озера, населенные, подобно паннонским озерам, моллюсками, родственники которых живут ныне в далекой Восточной Азии. К цепи этих озер Цвиич причисляет и Эвксинское озеро-море и думает, что последнее стекало в Средиземное море по длинной реке, остатки долины которой представляют нынешние каналы Босфора и Дарданелл.

Действительно, мнение о том, что последние представляют провалы земной коры между двумя трещинами (т. н. грабены), уже давно оставлено в пользу размывного их происхождения (Андрусов, Филипсон). Однако, по мнению Андрусова, с которым соглашается и Гернес, Босфорско-Дарданельская река текла не из Эвксина, но в Эвксин. Превращение части ее долины в проливы и соединение Эвксина со Средиземным морем обязано крупным тектоническим процессам, приведшим к разрушению и затоплению Эгеиды морем. Последнее шло постепенно с юга на север, пока, наконец, воды Средиземного моря не достигли области Мраморного и не проникли в котловину Эвксина, уничтожая и оттесняя в устья рек ту фауну, которую они застали в ней. Какова была эта фауна, об этом свидетельствуют отчасти остатки моллюсков, более не живущих уже в Черном море, и находимые в глубинном его иле, отчасти те животные, которые живут теперь в лиманах южнорусских рек [12, с. 20].

Изучение послетретичных отложений по берегам Черного моря показывает, что проникновение морской фауны в котловину Эвксина относится к довольно поздней эпохе послетретичного периода, вероятно, к т. н. второй междуледниковой эпохе. В тот момент, когда началось это проникновение, соединение Эвксина с Каспием, имевшее место по Манычской впадине, еще не

прекратилось, почему в Каспий и успели пробраться, правда, весьма немногие представители средиземноморской фауны (например, *Cardium edule*). Но это соединение продолжалось недолго. Проникновение средиземноморской фауны должно было совпасть с тем моментом, когда желобина Дарданелл затопилась морскими водами, так как Босфор еще гораздо раньше стал проливом, соединявшим Эвксин и Пропонтиду, что доказывается не только уже вышеупомянутым нахождением верхнеплиоценовых чаудинских пластов, но и присутствием тех же дрейссенсий на дне Мраморного моря и Босфора, что и в Черном море.

В связи с проникновением вод Средиземья стоит и любопытное явление - образование лиманов и таких узких и глубоких заливов, как Севастопольская и Балаклавская бухты. Это ничто иное, как затопленные морем концы речных долин, образовавшихся при ином относительном уровне суши и моря. Изменение этого отношения объясняется Н.Соколовым тем, что в момент соединения Черного моря со Средиземным уровень Эвксинского озера-моря стоял ниже современного и что проникшие через Босфор воды приподняли последний и вторглись в концы долин. Андрусов, однако, приводит целый ряд возражений на такое объяснение и приписывает образование лиманов процессам опускания суши, представляющим последний отголосок тектонических процессов разрушения Эгеиды.

В первый момент проникновения средиземноморских вод фауна Черного моря была немного богаче современной, что доказывается присутствием в послетретичных ракушниках Феодосии, Керчи и др. пунктов некоторых уже вымерших с тех пор видов (например, *Tapes Dianae*).

Втекание тяжелой соленой воды из Мраморного моря создало те условия, благодаря которым, как мы объяснили выше, и образовался нижний застойный слой в глубинах Понта. Те организмы, которые не были в состоянии активно отступить перед новыми неблагоприятными условиями, вымирали. Следствием этого было образование первоначального запаса сероводорода. Это сделало невозможным проникновение в глубины Понта животной жизни, тем более еще

и потому, что приспособленные к глубинной жизни организмы, если бы даже они и успели проникнуть в Черное море, как проникли в Мраморное, встретили бы там недостаточную соленость. Благодаря образованию такого безжизненного царства, благодаря также недостаточной вентиляции и значительной массе мертвого органического вещества, получившегося вследствие уничтожения глубинной фауны прежнего слабосоленого Черного озера-моря, и началось образование сероводорода. Так как с тех пор физические условия Черного моря изменились мало, а первоначальный запас органического вещества, несомненно, уже давно истощившийся, все продолжает пополняться и заменяться остатками современных организмов, то и сероводородное брожение продолжается и по сей день, и будет продолжаться, пока не изменятся современные физико-химические условия [25, с. 83].

Историческое прошлое Черного моря объясняет нам все его главные особенности. Его современная морская фауна, т. е. фауна более соленых его районов, составила из тех элементов, которые Средиземное море могло передать Черному через Мраморное море и Босфор. При этом происходил известный отбор. В Черное море могли проникнуть формы только еврибионтные, т. е. такие, которые могли вынести пониженную соленость Черного моря. Благодаря этому Черное море в качественном отношении является, сравнительно со Средиземным, гораздо менее богатым. Целые классы организмов, как-то: кораллы, сифонофоры, морские ежи, крылоногие и головоногие моллюски, в Черном море совершенно отсутствуют. Другие классы представлены гораздо меньшим количеством видов; так, в Черном море живет только один вид ктенофор, только два небольших вида голотурий, только два вида очень мелких амфиур, только три вида актиний и т. д. [17, с. 201].

Низкие температуры Черного моря, о которых говорилось выше, являются также препятствием к усиленному проникновению в Черное море средиземноморских организмов. В Черном море могут жить виды или евритермические, т. е. выносящие широкие колебания температуры, или олиготермические, т. е. предпочитающие низкие температуры. Низкие

температуры Черного моря позволили сохраниться в нём некоторым остаткам ледниковой эпохи, виды которой захватили в то время всю Европу и через Средиземное море прошли в Черное. С наступлением более теплого климата они или исчезли из Средиземного моря, или стали там более редкими.

Черное море, Понт Евксинский (гостеприимный) древних греков, Кара-Денгиз турок, Маври Таласса по-новогречески, окружено сушей почти со всех сторон и сообщается со Средиземным морем только посредством узкого и похожего на реку пролива, Босфора Фракийского. Говоря вообще, оно представляет собою очень правильный и глубокий бассейн с очень простым рельефом дна. Везде к его берегам прилегает неширокая и мелкая прибрежная полоса моря, глубиной менее ста саженей. Сама линия сто саженных глубин подходит очень близко к берегам Крыма, Кавказа и малой Азии и отходит от берегов на более значительное расстояние только в северо-западном углу Черного моря, на пространстве: Севастополь - Одесса - Варна и около Керченского пролива.

Вслед за глубинами около ста саженей дно моря начинает быстро и круто понижаться и скоро достигает до 800 саженей глубины; затем идет уже основная, громадная и ровная площадь моря с глубинами около тысячи саженей. Наибольшая, до сих пор известная, глубина Черного моря в 1227 саженей приходится почти на месте пересечения севастопольского меридиана с параллелью Сухума. Геологическая история Черного моря.

Для лучшего уяснения этого факта нелишне хотя бы в самых кратких чертах ознакомиться с геологической историей черноморского бассейна. Еще очень недавно думали, что глубокая котловина Понта весьма недавнего происхождения и что она принадлежит к числу тех «провалов» земной коры, которыми так богата восточная половина средиземноморской области и образование которых относится к позднему плиоценовому и отчасти послетретичному времени. Распространение различных отделов третичных осадков на побережьях Черного моря убеждает нас в более древнем возрасте этой впадины. В средне-миоценовую эпоху область этой впадины занята

большим морским бассейном, осадки которого мы находим от Варны на З., в Крыму, на Кавказе и за Каспием (чокракский горизонт) [30, с. 109].

Узкий барьер, тянувшийся от Добруджи к Тарханкуту и Азовскому кристаллическому массиву, отделяет этот чокракский бассейн от другого бассейна, занимавшего нижнедунайскую низменность, Волынь, Подолию и южную Польшу и доходившего на востоке до Томаковки. Пролив у Мелитополя соединял оба бассейна. Этот дакийско-галицкий бассейн стоял через среднедунайскую низменность в непосредственной связи с океаном и был населен нормальной морской фауной. Чокракский же бассейн был несколько опреснен, и в него через мелитопольский пролив проникло лишь известное количество морских организмов. Его фауна, поэтому, представляет так называемый эвксинский облик, т. е. по своему общему составу напоминает нам черноморскую фауну. Фауна эта, по-видимому, составила ту основу, из которой развились более поздние фауны, населявшие в конце миоцена черноморско-каспийскую область.

В самом деле, в конце средне-миоценовой эпохи разрушается тарханкутский барьер, и в тоже время физические условия образующегося крупного бассейна делают еще более неблагоприятными для морской жизни: фауна еще более беднеет. На огромных пространствах выше чокракского известняка мы видим отложения с фауной, состоящей из двух-трех видов моллюсков (спаниодонтовый и фолодовый горизонт). Местами, впрочем, уцелевают некоторые реликты средиземноморской фауны (Конка, Новочеркасск, Мангышлак и др.), из которых вырабатывается та замечательная фауна, которая пышно развивалась в огромном внутреннем море верхнемиоценовой эпохи, получившем название сарматского и занявшем не только место южнорусских средне миоценовых бассейнов, но местами далеко перешагнувшим за их берега, занявши и средне дунайскую низменность и протянувшись на восток до Арала, на юг - до окрестностей древней Трои.

Море это, должно быть, было почти совсем отделено от океана. Об этом свидетельствует необыкновенная его фауна, состоящая почти сплошь из

своеобразных видов, выработавшихся из реликтов средне миоценовых морей под влиянием изоляции. Достигши своих наибольших размеров в нижне-сарматское время, море это постепенно сокращается в объеме; уже в средне сарматское время, эпоху наибольшего расцвета сарматской фауны, оно начинает уходить из среднедунайской низменности, где к концу сарматской эпохи образуются соленовато-водные бассейны, изолированные от сарматского моря, с фауной, напоминающей по своему облику нынешнюю каспийскую. Особенно сильного сокращения море достигает на границе сарматской и следующей мэотической эпохи. Европа в это время достигает наибольшей континентальности, так как мы почти не знаем морских отложений, соответствующих этому времени [20, с. 41].

1.2 Общая характеристика вод в акватории Черного моря

Наибольшая длина Черного моря в направлении с востока на запад - 1160 километров (1087 верст); наибольшее протяжение с севера на юг - 600 километров; наиболее узкое место между Крымом и лежащей к югу Анатолией (Турецкое побережье) - 270 км.

Черное море занимает собою поверхность около 411540 км². и, при средней глубине около 654 сажень (1197 м.), заключает в себе, по Шпиндлеру, 492565 куб. км. Воды.

Вода Черного моря, особенно в поверхностных слоях, гораздо менее солена, чем вода океанов. В среднем на каждую тысячу граммов черноморской воды приходится 18 граммов солей, в то самое время, как в Атлантическом океане на тысячу г. воды приходится соли - 35 граммов, а в Красном море даже почти 39 граммов [32, с. 51].

У северо-западных берегов Черного моря, в районе действия вод Днепра, Дуная и других рек, соленость Черного моря еще менее значительна и даже на довольно большом расстоянии от берега спускается до 13 граммов.

С глубиною соленость Черного моря увеличивается, сначала медленно,

до глубины 30 саж., а затем быстрее - до глубины 50 саж.; далее соленость тоже увеличивается, но уже медленнее. На глубинах 200 и более саж. соленость почти не изменяется, достигая в среднем 22 с половиною граммов. У берегов вообще соленость меньше, чем в открытом море [21, с. 84].

Что касается температуры поверхностных слоев Черного моря, то в разных пунктах и в разные месяцы она колеблется весьма значительно, причем разница средних месячных температур для некоторых пунктов (как, например, побережье у Одессы) доходит до 20 градусов слишком.

Из приводимой ниже табл. 1.1 мы видим, что по всем русским берегам Черного моря, кроме Керчи и Батума, наиболее холодными месяцами на поверхности моря будут январь и февраль, причем везде, кроме Батума, температура воды спускается в среднем до 5° с дробями и ниже. Наиболее же высокая температура наблюдается в августе (нового стиля), доходя в среднем до 22° - 23°, а под Батумом - до 26° Цельсия.

Так как вода Черного моря при солености в 18 граммов может замерзнуть только при охлаждении почти до одного градуса ниже нуля, то, согласно вышеприведенным средним температурам воды Черного моря, оно не замерзает. На непродолжительное время покрывается льдом только северо-западный угол моря под Одессой. В очень суровую зиму, в январе 1911 г., лед в два фута толщиной, правда, на короткое время покрыл всю площадь от Одессы до мыса Тарханкута и острова Фидониси. У Геродота есть сведения, что в 5 веке до Р. Х. лед покрыл Понт от Херсонеса до Пантикапеи, а византийские летописцы сообщают о замерзании всего Понта в 401 г. и 762 г. после Р. Х. В 762 году лед, после вскрытия Понта, запрудил Геллеспонт [8, с. 389].

Что касается распределения по глубинам, то годовой ход температуры в них еще неизвестен, кроме разве ближайших окрестностей Севастополя. Вообще же несомненно, что ниже ста саженей годовые колебания температуры почти не распространяются.

Под Севастополем, над глубинами в 37 саженей, весь слой воды охлаждается зимою, в феврале, приблизительно до 6°; самые поверхностные

слои охлаждаются еще больше. Затем, уже в мае, верхние слои прогреваются до 17°, между тем как слои воды, лежащей на глубине 20 саж., достигают той же температуры только в октябре, слои же воды около 30 саж. глубины в том же октябре, несмотря на нагревание в течение всего лета, нагреваются только до 8°, с тем, чтобы зимою упасть снова до 6° [20, с. 41].

Тоже в общих чертах происходит и во всем Черном море. Так, для летних месяцев, по данным глубокомерной экспедиции 1890-91 г., «температура воды в Черном море быстро уменьшается с поверхности до некоторой глубины, лежащей саженой на 25 - 50 ниже поверхности моря. От этого слоя наименьшей температуры (7°, 6°), температура медленно возрастает книзу до макс. 9°; температура же поверхностных слоев колебалась летом от 13° в мае до 25° - 26° в августе» (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Средние месячные температуры воды Черного моря у поверхности
(за 30 лет) [29, с. 80]**

Месяцы	Места наблюдений						
	Одесса	Очаков	Николаев	Севастополь	Керчь	Поти	Батум
Январь	1.3	0.7	2.0	5.8	4.1	5.3	10.2
Февраль	1.2	0.7	1.7	5.4	2.8	5.7	8.3
Март	2.8	2.8	4.4	6.6	3.0	7.3	8.7
Апрель	7.8	9.0	10.1	9.2	7.3	12.9	10.6
Май	15.2	16.9	16.9	13.5	14.3	16.8	15.0
Июнь	18.0	21.3	21.9	18.2	18.7	20.4	21.4
Июль	20.4	23.1	23.9	21.3	21.9	23.8	25.7
Август	21.6	22.5	23.4	21.6	21.8	25.1	26.2
Сентябрь	18.4	18.1	18.8	18.7	18.7	21.8	24.5
Октябрь	14.7	12.9	13.3	15.7	14.0	17.1	20.3
Ноябрь	6.7	6.2	6.1	11.1	8.1	10.7	16.6
Декабрь	3.5	1.5	2.3	7.7	4.0	6.6	12.9
По данным за (лет)	9	9	9	10	7	9	7

В средиземном же море, как известно, температура летом доходит, как и у нас, до 27°, но зимою, в среднем, не спускается ниже 13° С°. Та же

температура около 13° господствует и на глубинах Средиземного моря, с небольшим (как и в Черном море) подъемом температуры ближе ко дну на 2-3000 метров глубины.

В этих основных фактах, что температура Средиземного моря в среднем почти никогда и нигде не спускается ниже 13° , а в Черном море в среднем спускается ниже 5° , и что на глубинах около 25-50 саж. в Черном море господствует температура в 6° - 7° , лежит, конечно, громадная разница в условиях существования фауны и флоры Черного моря, сравнительно со Средиземным. Ту же разницу еще более усиливает и пониженная почти вдвое соленость Черного моря.

Этим близким нахождением от поверхности моря сильно охлажденных слоев воды объясняется и то известное в Черном море явление, что под Одессой и по Южному берегу Крыма температура воды летом в течение суток может сразу упасть на 7° - 8° Цельсия. При продолжительных ветрах с берега и по другим причинам, наружные теплые слои воды отгоняются, и их место занимает вода нижних, холодных слоев [31, с. 13].

Такое вертикальное распределение температуры в Черном море кроется в слабости вертикальной циркуляции, происходящей вследствие большой разности в плотностях воды Черного моря на поверхности и в его глубинах.

Пониженная соленость воды на поверхности Черного моря объясняется громадным количеством пресной воды, приносимой реками. Часть этой воды испаряется, остальная же через Босфор стекает в Мраморное море. В Босфоре образуются два течения: одно верхнее, из Черного моря в Мраморное, другое нижнее, идущее в обратном направлении, из Мраморного моря в Черное.

По данным адмирала Макарова, верхнее течение имеет среднюю скорость 3,75 фут. в секунду, достигая местами скорости в 10 фут. По мере удаления от Черного моря, соленость этой воды увеличивается с 18 до 20 граммов.

Глава 2 Гидрометеорологические условия Черного моря в районе порта Туапсе

2.1 Гидрологический режим Черного моря в районе порта Туапсе

Главный Кавказский хребет в районе Туапсе отстоит от берега моря на расстоянии 18 км. Его многочисленные отроги круто опускаются к морю, образуя отвесные обрывы и террасы. Наиболее заметными вершинами на побережье являются: на восток от Туапсе гора Большой Псеушко (1096), на западе - гора Лысая (819) и в центре района - гора Неueb (775) [7, с. 57].

Берег от мыса Грязнова до мыса Кадош образует залив с обрывистыми, покрытыми лесом, склонами гор. Берег пересечен несколькими ущельями. Вдоль обрыва протянулась узкая, местами исчезающая, полоска галечного пляжа шириной 10-12 м. В устьях рек пляжи расширяются до 30 м.

Морской торговый порт Туапсе расположен на Кавказском побережье Черного моря в вершине бухты Туапсе, к юго-востоку от скалистого мыса Кадош. Акватория порта ограничена устьями рек Туапсе и Паук до изобаты 40 м. Ширина бухты 4,5 км. С запада Туапсинскую бухту ограничивает мыс Кадош, высотой 96 м. Наибольшая глубина в бухте не превышает 13 метров, преобладающие глубины 9-10 метров, у входа в порт 10-12 метров. Непосредственно к акватории Туапсинского морского порта имеется подходной канал длиной 400 м., шириной 120 м., глубиной 13,5 м.

Выгодное местоположение порта обуславливается тем, что он лежит на берегу незамерзающего моря и доступен для крупных океанических судов, порт огражден западным, юго-западным, южным молами и Первомайским волноломом. Несмотря на то, что акватория порта защищена от волнения указанными сооружениями, стоянка в порту не всегда спокойна, так как волнение, особенно при ветрах от юго-запада, западных направлений, проникая в порт, создает толчею. При сильных ветрах от юго-запада, запада и сильной зыби этих направлений стоянка судов у причалов опасна: наблюдаются при этом случаи срыва судов со швартовых. При крупной зыби вход в порт для

больших судов опасен [9, с. 122].

ОАО «Туапсинский морской торговый порт» состоит из трех специализированных районов: сухогрузного, наливного и пассажирского. Сухогрузный район включает причалы Широкого мола №№ 9а, 9, 10, 11, 11а. Общей протяженностью 766 м с глубинами 4.9 - 9.3 м (9а) и 9.75-13.5 м.

Район нефтеналивных грузов включает 6 причалов - №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, расположенных на нефтепирсе и на Южном молу, общей протяженностью 1183 м с глубинами у причалов 9,75 - 13.0 м.

Пассажирский район включает два причала: №7 - пассажирский, длиной 160 м, глубиной 9.15 м, и № 8 - вспомогательный, протяженностью 115 м, глубиной 7.3 м, служит для отстоя буксиров портового флота [2, с. 24].

ЗАО «Туапсинский морской коммерческий порт» располагает причалом общей длиной 120 м, глубиной 5.5 м.

Внутренним рейдом порта Туапсе считается акватория, ограниченная берегом бухты, Западным и Юго-западным волноломами и Южным молотом. Внешний рейд находится к югу от внутреннего рейда. С запада и востока он ограничен соответственно меридианами устьев рек Паук и Туапсе, с юга - изобатой 40 м. Подходы к порту Туапсе в 15 мильной зоне характеризуется глубинами 80-100 м, далее идет резкое увеличение глубины до 200-300 м (особенно в юго-западном направлении). Рельеф дна до 100-метровой изобаты представляет собой береговую отмель небольшим, менее 0,5° уклоном дна и равномерным увеличением глубины. Ширина береговой отмели Туапсе – 4-5 миль. Береговой склон начинается с глубины 100 м, причем 100 – метровая изобата довольно точно повторяет очертания берега. Рельеф дна берегового склона сложный. Имеется два подводных отрога, являющихся продолжением м. Грязнова и м. Кадош [14, с. 83].

Уровнем моря называется высота поверхности моря, измеряемая относительно условного горизонта. В районе Туапсе измерения уровня моря производятся по уровенной рейке и самописцу уровня моря (СУМ). За условный горизонт для всех портов в Чёрном море принят единый нуль,

который находится ниже нуля Кронштадского футштока на 5000 м.

Уровень моря в районе Туапсе, как и вообще в Чёрном море из-за его сравнительно небольшого размера, характеризуется относительно небольшими колебаниями от года к году, в течение года, в течение суток и в течение месяца (табл.2.1).

Таблица 2.1

Динамика уровня моря в районе Туапсе¹

Год	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Уровень	471	467	472	461	474	472	460	472	464	472
Год	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Уровень	470	470	474	465	470	479	475	474	471	481
Год	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Уровень	471	464	460	466	475	467	472	473	476	478
Год	1981	1982	1983	1984	1985					
уровень	483	475	469	468	465					
Средний	471									
Наибольший	483									
Наименьший	460									

По опубликованным данным высота солнечного прилива составляет в среднем 4 см, а лунно-солнечного - около 9 см, а в целом Черноморский уровень имеет тенденцию к повышению на 1-2 мм в год.

Непериодические колебания уровня моря обусловлены изменениями составляющих водного баланса моря (сток рек, осадки, водообмен, испарение), которые в свою очередь связаны с атмосферной циркуляцией [15, с. 187].

Средний уровень моря за приведённый период лет составил 471 см. Испытывая постоянные колебания, средний годовой уровень моря в одни годы бывает, близок к среднему многолетнему (1951, 1953, 1956, 1958, 1960 - 1962, 1965, 1969, 1971, 1977, 1978 и 1984 гг), в другие годы он на 5 - 11 см ниже (1952, 1954, 1957, 1959, 1964, 1972, 1973, 1974 и 1965 гг) или на 4 - 12 см выше среднего многолетнего уровня (1966, 1967, 1970, 1975, 1979, 1980, 1981).

Изменения уровня от года к году в среднем невелики, порядка 5 см, но в

¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

отдельных случаях достигают 10 - 13 см. Например, всего за шестилетний период с 1953 по 1958 годы уровень моря два раза (от 1953 к 1954 и от 1956 к 1957 год) понижался на 11 и 12 см и два раза (от 1954 к 1955 и от 1957 к 1958 году) повышался на 13 и 12 см. В период с 1959 по 1975 годы средний годовой уровень моря почти ежегодно менял знак, т.е. то повышался, то понижался на 2-10 см.

Лишь два периода лет можно выделить - один с 1967 по 1981 год, когда средний годовой уровень постепенно повышался с 467 до 485 см и второй с 1981 по 1985 год, когда средний годовой уровень также постепенно понижался от года к году с 483 до 465 см. Наиболее высоким средний годовой уровень был в 1981 году и достигал 483 см, наиболее низким уровень моря был в 1957 и 1973 годах и составил всего 460 см.

Как уже говорилось выше, непериодические колебания уровня моря связаны с атмосферными процессами. Годовой ход уровня моря (1917-85 гг) приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Годовой ход уровня моря (1917-85 гг)²

Средний	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
467	466	467	467	470	474	476	477	471	463	457	458	463
Год	Наибольший и из средних (1950-1985 гг)											
483	495	489	491	492	495	496	492	483	474	472	477	485
	Наименьший из средних											
460	454	454	453	464	466	465	458	449	449	446	448	460

Анализ табл. 2.2 показал, что относительно высокое положение среднего годового уровня моря отмечается в годы с относительно низким атмосферным давлением (1952, 1955, 1958, 1963, 1966, 1970, 1975 и 1981 гг) и, наоборот, уровень моря стоит низко в годы с относительно высоким атмосферным давлением (1957, 1959, 1964, 1969, 1972, 1977 и 1984 гг).

Однако, тенденция в ходе уровня моря и атмосферного давления не

² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

всегда сохраняется (1952, 1968, 1978, 1979 и 1985 гг), что указывает на многообразие факторов, влияющих на положение среднего уровня моря. Таким образом, величина колебаний средних годовых уровней составила 23 см.

Годовой ход уровня моря хорошо выражен и хорошо согласуется с годовым ходом атмосферного давления. Некоторое нарушение этой связи наблюдается от апреля к маю, когда давление почти не меняется, а уровень растёт. В это время, очевидно, уровень моря переходит под преимущественное влияние стока рек, который резко увеличивается за счёт интенсивного таяния снега в горах [18, с. 89].

В среднем разница между наиболее высоким, июнь-июль, и наиболее низким, октябрь - ноябрь, уровнем в году составляет 20 см. Повышению уровня в июне - июле, как уже говорилось, способ сдует увеличивающийся к этому времени сток рек в море. Понижение уровня моря в октябре - ноябре хорошо согласуется с уменьшением берегового стока и с летним испарением с водной поверхности моря.

Характер годового хода уровня таков, что в феврале и марте средний уровень совпадает со средним годовым, в период с апреля по август он выше среднего годового на 3-10 см, а в период с сентября по январь - ниже на 1-10 см. Анализируя ежегодные данные по уровням, видим, что далеко не всегда наибольшие и наименьшие значения уровня на протяжении года приходятся соответственно на конец лета и осени. В одни годы наиболее низким уровень моря бывает в декабре (1958, 1961, 1982 и 1983 гг), в другие может смещаться на сентябрь (1973, 1967, 1952, 1950 гг). В 1954, 1964, 1972, 1974 и 1976 годах наиболее низким уровень моря был в начале года.

В эти пять лет, и средний годовой уровень моря оказался относительно низким 461 - 466 см. Самый высокий уровень часто смещается или на август (1955, 1959, 1960, 1972 и 1974 гг), или на май (1956, 1963, 1964, 1966, 1969, 1970, 1977 - 79 гг), редко может наблюдаться в декабре (1974 г), в январе (1961, 1968 гг), в феврале (1953, 1959, 1966). По данным, приведённым в табл. 2.3 можно проследить изменения уровня моря за три десятилетия

Таблица 2.3

Средний уровень моря за 3 десятилетия³

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1956-65	468	470	471	472	476	476	479	472	463	455	458	462	469
1966-75	471	472	472	473	477	480	479	475	467	462	460	468	472
1976-85	472	475	473	477	480	480	480	477	469	462	460	467	473
Рост, см	5	2	5	4	4	1	5	6	7	2	5		4

Наблюдается постепенный рост среднего уровня моря от десятилетия к десятилетию на протяжении всего года. Величина общего прироста среднего уровня за три десятилетия для каждого месяца и в целом за год приведена в последней строке табл. 2.3.

В табл. 2.4 для каждого месяца приведены экстремальные значения уровней, которые наблюдались в районе Туапсе за весь период наблюдений. Для района Туапсе уровень моря, достигший отметок 498 и 438 см, считается критическим. Только в сентябре и октябре за исследуемый период уровень моря ни разу не достигал верхней критической отметки, только в период с июня по август уровень моря не понижался до нижней критической отметки.

Таблица 2.4

Минимальный и максимальный уровень моря, 1917-85гг

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Максимальный	515	514	509	507	517	516	509	502	495	495	507	508
Минимальный	425	424	426	427	436	443	443	443	429	423	421	414
Амплитуда	90	90	83	80	81	73	66	59	66	72	86	94

Самый высокий уровень моря наблюдался в мае 1941 года и достиг отметки 517 см, на 19 см превысив критическую отметку для района Туапсе. Самый низкий уровень моря был отмечен в декабре 1924 г и составил 414 см, что на 24 см ниже критической отметки. Надо отметить, что все низкие уровни в районе Туапсе наблюдались до 1930 года. Если же проанализировать период

³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

лет с 1954 по 1985 гг, т. е. последние 30 лет, то увидим, что наиболее низкие уровни на протяжении года изменялись в пределах 432 - 456 см.

В замкнутых морях ветер, вызывая дрейфовые течения, создаёт изменения уровня поверхности у берегов. Кавказское побережье Чёрного моря преглубокое. Амплитуда колебаний уровня моря у приглубинных берегов незначительна. Так как в условиях глубоководного моря создаваемый ветром наклон уровня поверхности быстро выравнивается в результате возникновения компенсационного течения [23, с. 247].

Так, статистическая обработка ежечасных высот уровня за 1970-79 гг (табл. 2.5) показала, что в среднем суточный ход уровня мало выражен на протяжении всего года.

Таблица 2.5

Средняя суточная амплитуда уровня моря, 1963-85 гг⁴

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Уровень за сутки													
Максимальный	468	471	470	472	478	481	480	476	471	463	460	468	471
Минимальный	464	467	467	469	475	478	477	473	468	460	457	464	469
Амплитуда	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2

Однако, если проанализировать не средние, а наблюдаемые данные, то картина суточных изменений уровня моря будет несколько иной. Довольно большие суточные колебания уровня наблюдаются при прохождении глубоких циклонов, обуславливающих штормовые ветры южной половины горизонта и большое падение атмосферного давления.

При этой суточные изменения уровня достигают 20 - 30 см. Правда случаи эти редки, их повторяемость составляет около 0,2 %. Приведем несколько примеров.

В январе 1967 года повторяемость нагонных ветров (южные, юго-восточные, юго-западные) составила около 35 %, причём сильных - около 20 %. С 4 по 13 января под действием ветров, уровень моря с 471 см поднялся до 489

⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

см, а к 24 января достиг отметки 502 см, превысив критический.

С 24 по 26 ноября 1955 года при южных и юго-восточных ветрах скоростью 16-28 м/сек, уровень моря повысился с 462 до 507 см, т. е. на 45 см. Затем, с ослаблением ветра и переходом его на северо-восточный, понизился на 35 см.

По данным наблюдений с 1963 по 1985 гг выполнена комплексная обработка уровня моря и направления ветра (табл.2.6).

Таблица 2.6

Уровень моря в зависимости от направления ветра⁵

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Уровень моря	474	472	474	474	475	476	474	475

По табл. 2.6 хорошо видно, что ветры северные восточные, юго-восточные и западные для уровня моря нейтральны, средний уровень моря за указанный период лет составил 474 см, ветры северо-северо-восточные, северо-восточные и восток-северо-восточные - способствуют некоторому понижению уровня моря, ветры от южных до юго-западных и от запад-северо-западных до северо-северо западных - наоборот являются для района Туапсе нагонными – уровень моря несколько повышен.

В табл. 2.7 показана повторяемость средних суточных значений уровня моря по измерениям с помощью водомерной рейки (футштока).

Таблица 2.7

Повторяемость средних суточных значений уровня моря, число случаев, 1963-1985 гг⁶

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
509-500	11	4	2		4	5	1						27
499-490	43	44	40	43	77	80	60	21			5	5	418
489-480	139	137	161	227	280	297	346	182	27	7	22	58	1883
479-470	238	227	323	251	303	314	334	414	281	86	88	213	3074
469-460	229	178	169	157	132	84	65	149	328	341	224	287	2343

⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁶ То же

Продолжение таблицы 2.7

459-450	129	88	100	64	9			9	128	326	333	149	1335
449-440	12	24	11	8	1				15	44	73	32	220
439-430	5	5							1		5		16
Сумма	806	707	806	750	806	780	806	775	780	806	750	744	9316

По этим данным хорошо прослеживается изменчивость среднего суточного уровня моря на протяжении года и внутри каждого месяца. Диапазон изменений среднего суточного уровня моря в районе Туапсе от 509 до 430 см. В период с января по июнь и в августе наиболее часто средний суточный уровень моря находится в пределах 470 - 479.

В июле наибольшая повторяемость смещается на градацию 489 – 480 см. Наибольшее число случаев в сентябре, октябре и декабре приходится на градацию 469 - 460 см. В ноябре средний суточный уровень моря наиболее часто находится в пределах 459 - 450 см.

Наиболее изменчив средний суточный уровень моря в январе и феврале. В эти месяцы уровень моря бывает и очень высоким, градация 509 - 500 см, и очень низким, градация 439 - 430 см. Правда на эти градации приходится немного случаев - и высокие и низкие уровни наблюдаются не каждый год. Тоже довольно в широком диапазоне изменяется средний суточный уровень моря в марте, мае и ноябре [10, с. 108].

Только в марте и мае не наблюдаются очень низкие уровни, а в ноябре не бывает очень высокие. Наименее, изменчив средний суточный уровень моря в июне, июле и августе. Повторяемость и обеспеченность высот уровня по наблюдениям за 1963-85 г.г. сведены в табл.2.8.

Повторяемость - это процент числа случаев стояния уровня моря, который в пределах определённого интервала относительно общего числа наблюдений.

Вероятность стояния уровня в пределах определённого интервала и выше, выраженная в процентах - это обеспеченность.

Таблица 2.8

Повторяемость и обеспеченность высот уровня за 1963-85 гг⁷

Интервал измерения уровня, см	Повторяемость		Обеспеченность %
	число	%	
519-510	16	0,01	0,01
509-500	854	0,43	0,44
499-490	10876	5,51	5,95
489-480	40150	20,32	26,27
479-470	61485	31,12	57,39
469-460	49383	24,99	82,38
459-450	28607	14,48	96,86
449-440	6031	3,05	99,91
439-430	181	0,09	100,00
Сумма	197583	100	

Наибольшую повторяемость в районе Туапсе имеют уровни моря в пределах 479-470 см, на их долю приходится примерно третья часть всех наблюдений за указанный период лет. Еще примерно половина всех случаев приходится еще на две градаций 489 - 480 см и 469 - 460 см. Чрезвычайно редко наблюдаются уровни выше 510 см и ниже 439 см.

Таким образом, можно отметить, что колебания уровня воды Чёрного моря в районе Туапсе в общем небольшие и значительного влияния на хозяйственную деятельность человека не оказывают [4, с. 58].

2.2 Режим волнения Черного моря в районе порта Туапсе

Большое влияние на хозяйственную деятельность человека в прибрежных районах оказывает волнение моря. Постоянные наблюдения за волнением моря в районе Туапсе проводятся с 1956 года. В период с 1956 по 1970 гг волномерные наблюдения выполнялись на специальном оборудованном посту с помощью волномера перспектометра.

Пост находился на расстоянии около 1,5 км на северо-запад от порта

⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Туапсе, на обрывистом берегу выступающего в море мыса Кадош, в 30 метрах от уреза воды на высоте 36 метров. Сектор обзора моря от юго-востока через юг до северо-запада [27, с. 113].

Высота волн определялась по буйку, установленному на расстоянии 700 м от уреза воды на глубине 16 метров.

Волномерные наблюдения поста Кадош характеризуют режим волнения на внешнем рейде порта.

С января 1971 года волномерный пост был перенесён в район городского пляжа к юго-востоку от порта. Наблюдения за волнением моря выполнялись, но волномеру перспектометру, установленному на вышке спасательной станции, на высоте 10 метров. Высота волн определялась по буйку, установленному на глубине 10 метров. Сектор обзора от юго-востока через юг до запада.

Наблюдения поста Туапсе характеризуют режим волнения моря в прибрежной зоне Туапсе.

Основными факторами, определяющими режим волнения моря, являются ветровой режим и длина разгона волн [24, с. 112].

В табл.2.9 приводим данные о преобладающих ветрах в районе Туапсе.

Таблица 2.9

Повторяемость ветров различных направлений, %⁸

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль	Сумма %
п. Кадош	2	20	7	23	5	8	12	5	18	100
ГМБ Туапсе	8	36	8	12	15	11	7	3	4	100

Отметим, что наиболее часто наблюдающиеся ветры обладают и наибольшими скоростями. В табл.2.10 показаны разгоны волн для всех направлений.

В зависимости от ветровой обстановки, на море может наблюдаться пять типов волнения: штиль, ветровое волнение, зыбь, мертвая зыбь, смешанное волнение. При обработке смешанное волнение моря было отнесено либо к

⁸ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

зыби, когда зыбь преобладала над ветровым волнением, либо к ветровому, когда ветровое волнение преобладало над зыбью.

Таблица 2.10

Разгон волн (I миля = 1852 метра)⁹

Направление	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ
миля	2	25	190	180	195	200	440	450	145	15

В табл. 2.11 приводится повторяемость типов волнения моря для поста Кадош и поста Туапсе.

Таблица 2.11

Повторяемость типов волнения моря пост Кадош¹⁰

Пост Кадош													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тип													
ВВ	52	57	53	42	44	42	41	46	58	64	56	52	48
Зыбь	41	32	31	30	28	31	24	27	25	20	32	42	30
Мелкая зыбь	6	9	11	20	20	19	23	16	11	10	6	3	14
Штиль	1	2	5	8	8	8	12	11	6	6	6	3	8
Сумма, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Пост Туапсе													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тип													
ВВ	34	34	47	44	47	48	45	53	51	54	38	34	44
Зыбь	66	66	53	56	53	52	55	47	49	46	62	66	56
Мелкая зыбь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Штиль	0,2							0,1					
Сумма, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹⁰ То же

При анализе данных табл. 2.11 обращает на себя внимание некоторое различие в повторяемости типов волнения в разных пунктах наблюдений.

По данным поста Кадош повторяемость ветрового волнения в среднем составила 48 %.

В течение года на долю ветрового волнения в период с января по март и с сентября по декабрь приходилось более 50 %, а в периоде с апреля по август немного меньше 50 %.

Вторым типом волнения наиболее часто наблюдавшемся является зыбь, на её долю в среднем приходилось 30 %. Какого-либо годового хода этот тип волнения не имел, в разные месяцы года зыбь наблюдалась от 20 до 42 %.

Уменьшение повторяемости ветрового волнения в летние месяцы и увеличение повторяемости мелкой зыби и штиля на море в эти месяцы происходит за счет уменьшения повторяемости сильных ветров и увеличения повторяемости штилей и слабых ветров.

Наблюдения на посту Туапсе нерепрезентативны для всего района Туапсе и характеризуют режим волнения лишь в прибрежной зоне. При подходе к берегу, с уменьшением глубины моря, происходит деформация и преобразование трёхмерных ветровых волн в двухмерные, что придаёт волнам, у берега более правильную форму.

Кроме того, на посту Туапсе в большей степени, чем на посту Кадош, наблюдается деформация волн (разворот гребней волн на мелководье параллельно берегу).

В связи описанным выше, зыбь на посту Туапсе отмечается чаще почти на протяжении всего года, кроме августа, сентября и октября. С увеличением точности наблюдений за скоростью ветра, значительно уменьшилось число дней без ветра.

Этим в какой-то мере можно объяснить полное отсутствие мёртвой зыби и штилей на море при наблюдениях за волнением на посту Туапсе (табл.2.12).

В табл. 2.12 приводим повторяемость в процентах различного направления волнения моря в холодный (I - III, X - XII) и тёплый (IV - IX)

периоды года для постов Кадош и Туапсе.

Таблица 2.12

Повторяемость волнения моря по направлениям, %¹¹

пост Кадош, 1963-85 гг										
Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	Сумма, %
Октябрь-март	0,3	15,6	2,8	30,4	11,3	19,2	15,1	1,4	3,9	100
Апрель-сентябрь	1,1	11,6	2,8	16,6	8,9	20,3	26,6	3,5	8,6	100
Год	0,5	14,7	2,1	23,0	9,0	18,6	21,1	2,8	8,2	100
пост Туапсе, 1963-85 гг										
Октябрь-март	1,3	18,5	6,9	2,8	31,6	34,4	3,9	0,6	0,04	100
Апрель-сентябрь	2,4	11,1	4,8	2,5	25,7	41,8	8,9	2,8	0,05	100
Год	2,0	14,0	5,6	2,6	28,2	38,8	6,9	1,9	0,04	100

Волнение моря от севера, северо-востока и востока в районе Туапсе бывает лишь ветровым - с берега, от юго-востока и северо-запада - вдоль берега. Район Туапсе открыт для волн южных, юго-западных и западных направлений.

По наблюдениям на посту Кадош в холодный период года преобладает волнение моря юго-восточного направления, на его долю приходится 30 % случаев, ещё 34 % случаев приходится на долю юго-западного и западного волнения и еще около 16 % волнение моря бывает северо-восточного направления. В тёплую половину года повторяемость юго-восточного волнения значительно сокращается, зато возрастает доля юго-западного и западного волнения моря.

Существенно отличается режим направления волнения на посту Туапсе. Здесь и в холодную и в тёплую половины года преобладает волнение южного и юго-западного направления. Очевидно в результате рефракции волн при

¹¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

подходе к берегу повторяемость южного волнения увеличивается за счет юго-восточного, юго-западного - за счёт южного и западного.

При характеристике волнения моря наиболее хорошим показателем является высота волн, измеряется в метрах. Когда высота волн начинает превышать 1,0 м - море и штормит, при этом затрудняется хозяйственная деятельность человека, связанная с морем.

Таблица 2.13

Повторяемость срочных значений высот волн, %¹²

пост Кадош												
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Высота волн, м												
0-1	80,8	80,7	89,2	96,3	94,5	97,1	96,0	96,6	95,8	93,5	84,5	84,8
1,1-3	16,3	17,7	9,2	3,5	5,1	2,8	3,9	3,4	3,8	6,0	14,5	12,8
3,1-7,2	2,9	1,6	1,6	0,2	0,4	0,1	0,1	0	0,4	0,5	1,0	2,4
Макс. высота волн	6,5	7,4	7,11	6,0	3,4	6,3	6,4	4,5	7,2	4,6	9,0	7,3
пост Туапсе												
Высота волн, м												
0-1	62,7	66,0	79,8	81,6	91,6	90,8	88,3	90,4	87,4	86,3	69,2	61,1
1,1-3	34,1	32,3	19,0	18,2	8,4	9,0	11,3	9,5	12,3	13,5	29,0	35,3
3,1-7,2	3,2	1,7	1,2	0,2	0	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	1,8	3,6
Макс. высота волн	5,7	6,2	6,2	4,7	2,6	4,1	0,3	3,5	4,7	3,9	4,7	6,2
Сред. высота волн	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	5,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6

В табл. 2.13 приводим данные о повторяемости высот волн по градациям на протяжении всего года для постов Кадош и Туапсе. Повторяемость приведена для трёх градаций высоты волн: 0-1,0 м - состояние моря от спокойного до штормового:

¹² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

- 1,1-3,0 м - состояние моря штормовое,
- 3,1-6,0 м – состояние моря опасное,
- при высоте волн более 6,0 м - состояние моря оценивается как стихийное гидрологическое явление.

Сразу отметим некоторое различие в характере распределения высот волн по обоим постам.

Различие заключается в том, что на посту Кадош на долю волнения с высотой 0 - 1,0 м в целом за год приходится около 91 % случаев, а по наблюдениям на посту Туапсе - около 80 % случаев.

Зато на посту Туапсе возрастает доля волнения с высотой волн 1,1 - 3,0 м до 19 % случаев, тогда как на посту Кадош доля волнения с такой высотой волн составляет всего 8 %. Объясняется это тем, что на посту Туапсе наблюдения ведутся в прибрежной зоне, где волны начинают разрушаться, при этом возрастает их высота.

Характерным для района Туапсе является абсолютное преобладание на протяжении всего года волнения моря высотой 0 - 1,0 м. На долю волнения такой высоты в разные месяцы приходится 81 - 97 % случаев по посту Кадош и 61-91 % случаев по посту Туапсе. Повторяемость слабого волнения моря возрастает от зимы к лету.

Учитывая, что данные о волнении по посту Туапсе получены за последние годы, опишем режим распределения высот волн по месяцам года несколько подробнее.

В целом за год на долю штормового волнения моря приходилось несколько больше 20 % случаев, причём лишь 1 % из них приходится на опасное волнение с высотой волн более 3 метра. Наиболее часто в течение года штормовое волнение наблюдается в декабре, около 40 % случаев. Часто штормы в январе, феврале и ноябре. Наиболее спокойным море бывает в мае, июне и августе. В каждом из этих месяцев со штормовым волнением моря бывает менее 10% случаев. Интересно, что в июле наблюдается некоторое увеличение повторяемости штормового волнения. Волны высотой более 3 м в

мае не наблюдались ни одного раза. В апреле и в период с июня по октябрь такое сильное волнение наблюдается редко, 1-3 случая за 15 лет.

В табл. 2.14 приведена повторяемость срочных значений высот волн по градациям скорости и направлениям - розы волнения моря.

Таблица 2.14

Роза волнения по наблюдениям¹³

на посту Кадош 1963-85 гг									
Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Год
Высота волн									
Штиль									8,22
0,25-1,0	0,50	13,36	2,10	19,15	8,20	6,78	19,67	2,78	72,54
1,1-2,0	0,02	1,23	0,04	2,71	0,58	1,42	1,08	0,03	7,11
2,1-3,0		0,05		0,61	0,14	0,24	0,20		1,24
3,1-4,0		0,03		0,28	0,04	0,11	0,11		0,57
4,1-5,0				0,15	0,01	0,01	0,02		0,19
5,1-6,0				0,07	0,02	0,02	0,01		0,12
6,1-7,2				0,01					0,01
Сумма	0,52	14,67	2,14	22,98	8,99	8,58	21,09	2,81	100,0
Средняя	0,3	0,5	0,3	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3	0,5
Наибольшая	1,5	3,5	2,0	6,5	6,0	6,3	7,2	1,8	
на посту Туапсе 1963-85 гг									
0-0,2	1,8	12,0	5,6	1,4	5,0	7,4	5,0	1,9	40,1
0,3-0,5	0,1	1,1	0,11	0,3	8,0	9,3	0,7	0,03	19,64
0,6-1,0	0,02	0,6	0,03	0,4	8,8	11,5	0,2		21,55
1,1-1,5	0,02	0,2		0,3	3,9	5,4	0,1	0,02	9,94
1,6-2,0		0,02		0,2	1,8	2,6	0,02		4,64
2,1-2,5		0,02	0,01	0,1	0,8	1,1	0,02		2,05
2,6-3,0				0,03	0,3	0,7	0,01		1,04
3,1-3,5				0,02	0,1	0,3	0,02		0,44
3,6-4,0				0,01	0,06	0,2	0,01		0,28
4,1-4,5					0,01	0,1			0,11
4,6-5,0					0,02	0,04	0,01		0,07
5,1-5,5					0,01	0,02	0,01		0,04
5,6-6,2						0,02			0,02
Сумма	1,94	13,94	5,75	2,76	28,8	38,68	6,1	1,95	100
Средняя	0,2	0,2	0,01	0,6	0,8	0,8	0,2	0,2	0,4
Наибольшая	1,5	2,5	1,4	4,0	5,7	6,2	5,4	1,5	

¹³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

В табл.2.14 приведены розы волнения моря по наблюдениям на постах Кадош и Туапсе в целом за год. Существенное различие роз сразу хорошо видно. По данным поста Кадош наибольшую повторяемость имеют юго-восточные волны, по посту Туапсе – юго-западные. Совпадение повторяемостей прослеживается лишь волн от северо-востока.

По данным табл. 2.14 с достаточной полнотой охарактеризовать режим волнения в описываемом районе. Например, на посту Туапсе средняя высота волн за год составляет 0,4 метра.

Наибольшую среднюю высоту имеют южные и юго-западные волны – 0,8 м. волны всех направлений могут высотой 1,0 м. северные и северо-западные волны ни разу не достигали высоты 2,0 м. по средним наблюдениям выше 4,0 м в районе Туапсе могут быть только южные и юго-западные волны. Интересно отметить, что слабое волнение моря, высота волн 0,2 м, является преобладающим для северного, северо-восточного, восточного, юго-восточного, западного и северо-западного волнения. А вот преобладающее волнение южное и юго-западное наиболее часто бывает высотой 0,6-1,0 м.

Проследить изменчивость средних высот волн разных направлений на протяжении года можно по разным волнениям за каждый месяц.

В холодную часть года погода обычно носит неустойчивый характер. Море часто штормит.

Поэтому в зимние месяцы средняя высота волн преобладающий направлений южных – юго-западных достигает 1,1 - 1,3 м, при этом максимальная высота волн этих направлений в отдельных случаях превышала 6,0 м.

В летние месяцы средняя высота волн южнее и юго-западного направления составляет 0,5-0,7 метра, максимальная высота волн в отдельные штормы достигала 5,0 м. Волны, повторяемость которых невелика, северные, восточные, западные и северо-западные, имеют небольшую среднюю высоту на протяжении всего года, порядка 0,1 - 0,3 метра. В табл. 2.15 вошли все дни, когда высота волн достигала и превышала 1,0 м хотя бы в одни из сроков

наблюдений.

Таблица 2.15

Число дней со штормовым волнением моря. Высота волн 1,0 м и более¹⁴

пост Кадош													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней													
Среднее	14	12	11	5	5	4	5	5	5	8	10	12	97
Наибольшее	24	19	15	11	12	7	11	11	13	18	23	21	130
Наименьшее	9	6	5	0	0	1	1	1	0	1	3	3	51
пост Туапсе													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней													
Среднее	16	14	11	10	6	6	7	6	7	8	14	16	121
Наибольшее	24	22	19	16	14	10	12	10	13	14	24	25	203
Наименьшее	9	6	2	3	2	0	3	2	1	2	2	6	38

Общий характер распределения числа дней со штормами на протяжении года одинаков для обоих пунктов наблюдений - увеличение числа штормовых дней в холодный период и уменьшение их в теплый.

Подробнее остановимся на анализе данных поста Туапсе.

В среднем число дней со штормовым волнением моря носит четко выраженный характер по времени года. В холодную часть года, I - IV и XI, XII, ежемесячно наблюдается более 10 дней с волнением моря высотой более 1,0 м. в период с мая по октябрь число дней со штормами в среднем составило 6 - 8 дней. Об изменении числа дней со штормами, в месяц от года к году можно судить по сведениям с максимальным и минимальным числом дней за каждый месяц. Как видно, в разные годы число дней в месяц со штормовым волнением не остается постоянным, а изменяется в больших пределах. Так, в ноябре, декабре и январе, феврале в одни годы число штормовых дней превышает 20, а в другие годы не достигает и 10. В период с марта по октябрь максимальное число со штормовым волнением изменяются в пределах 10-16 дней, а

¹⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

минимальное – от 0 до 3-х дней.

Более наглядное представление о распределении числа дней со штормовым волнением моря на протяжении года дает таблица 2.15, которая составлена по наблюдениям за 1963 - 86 гг.

Более 20 дней со штормовым волнением моря бывает лишь в январе, феврале и ноябре, декабре. 16-20 дней со штормами бывает в марте и апреле, ещё 11 - 15 дней со штормами бывает за все месяцы кроме июня и августа. Во все месяцы года в районе Туапсе может наблюдаться 6-10 дней со штормовым волнением моря. Кроме числа дней со штормовым волнением моря, интересно знать продолжительность одного шторма. Обработка выполнена за 1963 – 85 гг. и показана в табл. 2.16.

Таблица 2.16

**Повторяемость штормового волнения моря различной
продолжительности, дни¹⁵**

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Число дней												
1-3	30	41	31	33	32	21	24	27	28	38	32	25
4-7	16	9	6	12	4	2	5	4	4	2	7	15
8 и более	2		2								3	5
Продолжительность одного шторма												
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	3,5	2,7	2,4	2,5	1,7	2,1	2,2	1,8	1,9	1,7	3,1	3,6
Наибольшая	11	7	9	7	5	5	7	5	5	6	12	22

За исследуемый период в районе Туапсе наблюдались штормы продолжительностью, как правило, 1- 3 дня. На долю штормов такой продолжительности в разные месяцы приходилось от 60 до 90 % всех случаев. Штормы продолжительностью 8 дней и более наблюдались только в январе, марте и ноябре, декабре. Достаточно сказать, что штормы продолжительностью 9 дней и более в декабре наблюдались в 1978, 1979, 1981, 1982 и 1986 годах. Особенно продолжительным был шторм на море в декабре 1981 года. Его

¹⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

продолжительность достигала 22 дня. Продолжительные 9 дней и более, штормы за исследуемый период не наблюдались в 1977 и 1985 гг.

2.3 Режим и характер распределения течений по направлениям

В работе использованы материалы наблюдений на многосуточной станции в районе Туапсе, координаты $44^{\circ}04,2$ с. ш. $39^{\circ}0,20$ в. д. за 1951...1985 годы. Наблюдения за течениями выполнялись, как правило, один раз в месяц на протяжении 3-х суток, каждые 3-4 часа, на горизонтах: 0, 10, 20, 30 и 40 метров.

Довольно постоянные наблюдения за течениями в районе Туапсе выполнены в точке на 206° от мыса Кадош, находящейся на расстоянии 3 мили от берега, глубина 45 метров.

Использованные материалы наблюдений послужили основой для характеристики повторяемости течений по направлениям и скоростям.

Сложность и многообразие причин формирования течений в море приводит к их большей изменчивости в пространстве и во времени. В Черном море основное замкнутое кольцо течения идет вблизи берегов против движения часовой стрелки. От Батуми течение проходит параллельно Кавказскому берегу на северо-запад со скоростью 25-35 м/с. Хотя данные о среднем течении показаны в атласах и других публикациях, представление о том, что течения могут быть точно определены во времени и пространстве, ошибочно.

Общая схема циркуляции известна, связь ее с атмосферной циркуляцией установлена, однако возможность найти определенное течение в какой либо точке по атласам мало. В море действует слишком много различных сил как общих, так и местных, короткосрочных и постоянных. Поток воды в определенной точке и в определенное время – это результат суммарного влияния ветрового дрейфа в течение недель или месяцев в сочетании с постоянными временными градиентами течения и инерционным движением воздушных масс [16, с. 158].

За исследуемый период весной (апрель - май) на поверхности моря

выполнено 419 наблюдений за течениями.

Весной в районе Туапсе на поверхности моря наблюдались течения всех направлений, но в абсолютном большинстве случаев они были направлены на юго-восток и юг, около 40 % всех случаев. На долю течений на северо-запад (преобладающего течения для описываемого района) приходилось всего 15 % случаев, вместе же с течениями на запад - около 25 % случаев.

Скорость течений в среднем изменялась от 13 до 21 см/с, наблюденная - от 0 до 76 см/с. Однако, наиболее часто, порядка 82% случаев скорость течений была в пределах 0 - 29 см/с. За весь описываемый период наблюдалось 12 случаев, когда скорость течений превышала 30 см/сек. Наиболее высокой и средняя и максимальная скорости были отмечены у течений на север и северо-запад.

За исследуемый период летом (июнь - сентябрь) в поверхностном слое моря выполнено 847 наблюдений за течениями.

Преобладающее течение летом на северо-запад на его долю приходилось около 25 % случаев, а вместе с течениями на запад - около 33 % случаев. Около 17 % случаев течение было на севере т.о. на долю основного для района Туапсе течения летом приходилось около 50 % всех случаев. На долю обратного течения на юго-восток приходилось 23 % случаев. Доля течений на северо-восток, восток, юг и юго-запад колебалась от 4 до 9 % [19, с. 319].

Диапазон изменения скоростей течения летом был довольно широк от 0 до 91 см/с. Правда, скорости течений на северо-восток и восток не превышали - 33 см/сек, на север, юго-восток и юго-запад, хотя и достигали - 90 см/сек, но в очень редких случаях. Лишь северо-западные течения наблюдались достаточно часто малых и больших скоростей. В целом наиболее часто наблюдались течения скоростью 5-24 см/с, примерно 56 % случаев. Средняя скорость течений летом в зависимости от направления меняется от 11 до 37 см/с максимальная - от 33 до 91 см/с.

За исследуемый период осенью (октябрь - ноябрь) в поверхностном слое моря выполнено 350 наблюдений за течениями.

Осенью наблюдалось ярко выраженное преобладание основного, западного, северо-западного, северного течения, на которое приходилось более 70 % случаев. Доля течений остальных направлений составляла от 3 до 10 % случаев.

Средняя скорость течения в зависимости от направления изменялась от 15 до 28 см/с максимальная - от 20 до 80 в см/с. В целом до 61 % случаев было отмечено с течениями скоростью 10-29 см/с. И только в отдельных случаях скорость северных, юго-западных, западных и северо-западных течений была выше 30 см/с.

За исследуемый период зимой (декабрь - март) в поверхностном слое моря выполнено 663 наблюдения за течениями. Характер распределения течений по направлениям был примерно таким же, как осенью, т.е. наблюдалось абсолютное преобладание основного течения, более 60 % случаев. Порядка 10 % случаев приходилось на юго-восточное и юго-западное течения. Повторяемость течений остальных направлений не превышала 4 - 5 % случаев.

Средняя скорость течений в зимний период оказалась меньше, чем в другие сезон и изменялась от 14 до 27 см/с, максимальная - от 33 до 85 см/с. Скорость течений на северо-восток, восток, юго-восток, юг и юго-запад не превышала 42 см/с. Скорость северных, западных и северо-западных течений лишь в редких случаях достигала 60 - 80 см/сек. В целом в 76 % случаев скорость течения была - 5-29 см/сек.

За исследуемый период весной (апрель - май) на горизонте 20 метров выполнено 330 наблюдений за течениями.

Весной на горизонте 20 метров преобладающим было обратное на юго-восток, юг течение, на его долю приходилось до 50-60 % случаев. Еще в 20 % случаев наблюдалось основное на северо-запад течение. На течения остальных направлений приходилось от 4 до 8 % случаев [28, с. 106].

Средняя скорость течений всех направлений была невелика, порядка 12-18 см/сек. Наибольших скоростей в единичных случаях достигали течения на запад и северо-запад - до 65 см/сек. Скорость течений остальных направлений

не превышала 40 см/сек. В абсолютном большинстве, около 90% случаев, скорость течений на 20-ти метровом горизонте изменялась в пределах 5-24 см/сек.

За исследуемый период летом (июнь - сентябрь) на горизонте 20 метров выполнено 651 наблюдение за течениями.

Летом на горизонте 20 метров основное северо-западное течение наблюдается почти в два раза чаще, чем обратное юго-восточное течение. В сумме на основное и обратное течения приходилось более 60 % случаев. На течения остальных направлений приходилось от 4 до 9 % случаев.

На горизонте 20 метров летом северо-западному течению принадлежала основная роль не только по направлению, но и по распределению скоростей по градациям, по средней и максимальной скорости. Действительно, если средняя скорость течений всех направлений изменялась от 10 до 15 см/сек, то средняя скорость северо-западных течений составила 33 см/сек. Максимальная скорость течений всех направлений изменялась от 21 до 40 см/сек, а северо-западных достигла 91 см/сек. И хотя в целом наиболее часто наблюдались течения со скоростями 5-19 см/сек, на долю более сильных течений, в основном направленных на северо-запад, приходилось летом около 40 % случаев.

За исследуемый период осенью (октябрь - ноябрь) было выполнено 344 наблюдения за течениями на горизонте 20 метров.

В абсолютном большинстве случаев осенью на горизонте 20 метров наблюдалось основное течение. Достаточно сказать, что на долю только северо-западного течения приходилось около 45 % случаев. Доля течений остальных направлений составляла от 3 до 18 %. Средняя скорость течений разных направлений изменялась от 12 до 23 см/сек, максимальная скорость - от 19 до 68 см/сек. В 81 % случаев скорость течений была в пределах 5-29 см/сек. Течения, скорость которых превышала 40 см/сек, наблюдались лишь 14 раз. Направление этих течений было либо юго-восточное, южное, либо северо-западное.

За исследуемый период зимой (декабрь - март) на горизонте 20 метров

выполнено 686 наблюдений за течениями.

Характер распределения течений по направлениям зимой близок к летнему, т. е. преимущественно наблюдалось либо основное течение, 45% случаев, либо обратное - 18 % случаев. На долю течений остальных направлений приходилось от 3 до 8 % случаев.

Средняя и максимальная скорость основного течения была больше, чем обратного. В целом наиболее часто наблюдались течения скоростью 5-24 см/сек порядка 70 % случаев. Ещё около 27 % случаев приходилось на течения скоростью - 25-49 см/сек. Доля течений, скорость которых была - 50 см/сек и более всего 3 % случаев.

За исследуемый период весной (апрель - май) на горизонте 30 метров было выполнено 320 наблюдений за течениями.

Характер распределения течений по направлениям на горизонте 30м весной был таким же, как на поверхности и на горизонте 20 метров, т.е. наиболее часто наблюдалось обратное течение, около 34 случаев вдвое реже основное - около 17 % случаев. Доля течений остальных направлений составляла от 5 до 13 % случаев.

Средняя скорость течений всех направлений была невелика, и изменялась - от 10 до 17 см/сек. Наибольшая скорость течений направленных на север, северо-восток, восток и юго-запад составила 15-23 см/сек, направленных на юго-восток, юг, запад и северо-запад достигала 45-73 см/сек. В целом наиболее часто скорость течений была в пределах 5-1 см/сек, порядка 81 % случаев, еще 13 % случаев приходилось на течения скоростью 20-34 см/сек, и всего в 4 % случаев наблюдалось очень слабое: 0-4 см/сек, и довольно сильное более 35 см/сек течение.

За исследуемый период летом (июнь - сентябрь) на горизонте 30 метров было выполнено 643 наблюдения за течениями. 36% случаев летом на 30 метровом горизонте наблюдалось основное течение на северо-запад, ещё 22 % случаев пришлось на обратное юго-восточное течение. На течения остальных направлений приходилось от 4 до 9% случаев.

Средняя скорость только северо-западных течений достигла 22 см/сек у течений остальных направлений она изменялась - от 9 до 14 см/сек. Наиболее часто скорость течений находилась в пределах 5-19 см/сек, около 71 % случаев, ещё 23 % случаев приходилось на течения скоростью - 20-44 см/сек, в остальных 4 % случаев наблюдалось или очень слабое течение или наоборот скорость течений была более 44 см/сек. Максимальная скорость летом на горизонте 30 метров наблюдалась при северо-западных течениях, и достигала - 01 см/сек.

За исследуемый период осенью (октябрь - ноябрь) на горизонте 30 метров выполнено 346 наблюдений за течениями.

Осенью на глубине 30 метров наиболее часто наблюдались течения на северо-запад, около 41 % случаев. На течения остальных направлений приходилось от 4 до 20% случаев.

Средняя скорость течений изменялась в зависимости от направления от 13 до 22 см/сек. Наиболее часто скорость течений находилась в пределах 10-29 см/сек, порядка 74 % случаев, 14 % случаев приходилось на течения скоростью 35-44 см/сек и 11 % - на течения скоростью 0 - 9 см/сек. Лишь 1 раз скорость течения осенью на горизонте 30 метров достигала - 50 см/сек.

За исследуемый период зимой (декабрь - март) на горизонте 30 метров было выполнено 692 наблюдения за течениями.

В 45% случаев течения были направлены на северо-запад, в 21 % случаев - на юго-восток. На течения остальных направлений приходилось от 3 до 7 % случаев.

Средняя скорость течений в зависимости от направлений изменяется в пределах 11-24 см/сек. Наиболее часто скорость течений находилась в пределах - 5-24 см/сек, около 72 % случаев, еще 24 % приходилось на течения скоростью - 25-49 см/сек. На слабые и сильные течения осталось всего 4 % случаев. Наибольшая скорость 80 см/сек наблюдалась при течениях на северо-запад.

За исследуемый период весной (апрель - май) на горизонте 40 м выполнено 318 наблюдений за течениями.

Характер распределения направлений течения на 40 метровом горизонте весной аналогичен характеру распределения во всём слое - наибольшую повторяемость имеют обратные на юго-восток течение, около 30 % случаев. Второе по повторяемости течение на северо-запад бывает в 20 % случаев. На долю течений других направлений приходится от 6 до 10 %.

Средняя скорость течений невелика, и изменялась в зависимости от направления течений от 9 до 16 см/сек. Около 80 % случаев приходится на течения скоростью 5-19 см/сек, около 11 % случаев - на течения скоростью 20-34 см/сек, в остальных 4 % случаев наблюдаются либо очень слабые течения, либо течения скоростью более 40 см/сек. Наибольшая скорость течений на горизонте 40 метров весной составила 87 см/сек, направлено течение было на север.

За исследуемый период летом (июнь - сентябрь) на горизонте 40 метров выполнено 604 наблюдения за течениями.

Наиболее часто в 35 % случаев течение было направлено на северо-запад, ещё 24 % случаев - на юго-восток; на долю течений остальных направлений приходилось от 5 до 11 %.

Средняя скорость в зависимости от направления течения изменялась - от 10 до 14 см/сек. Результаты наблюдений за скоростью течения позволили установить, что наиболее часто, в 84 % случаев, находились в пределах 5 - 19 см/сек. 12 % случаев приходилось на течения скоростью 20-34 см/сек. В остальных 4 % случаев течения были или очень слабые или скорость их превышала 35 см/сек. Самое сильное течение было направлено на север и его скорость достигала - 80 см/сек.

За исследуемый период осенью (октябрь - ноябрь) на горизонте 40 метров было выполнено 329 наблюдений за течениями.

Наблюдалось ярко выраженное преобладание течений на северо-запад около 43 % случаев, в 21 % случаев было отмечено течение на юго-восток. На долю течений остальных направлений приходилось от 2 до 8 % случаев.

Средняя скорость течений на северо-восток, восток, юго-восток и северо-

запад составляла 17-22 см/сек, скорость течений остальных направлений не превышала 11 см/сек. До 76 % случаев приходилось на течения скоростью в пределах 5-19 см/сек, до 20 % случаев было с течениями скоростью 20-34 см/сек. До 3 % случаев приходились течения, скорость которых достигала 40-54 см/сек. Зато несколько больше, чем на других горизонтах. Наибольшая скорость течения составила - 92 см/сек, направлено это течение было на юго-восток.

За исследуемый период зимой (декабрь - март) на горизонте 40 метров было выполнено 680 наблюдений за течениями.

Наиболее часто, 43 % случаев, наблюдались течения на северо-запад, около 19 % случаев течения были направлены на юго-восток. На долю течений остальных направлений приходилось от 4 до 12 %.

Средняя скорость течений на юго-восток, юго-запад, запад и северо-запад составляла 18 - 20 см/сек, средняя скорость течений остальных направлений была в пределах 10-13 см/сек. Около 77 % случаев течения были скоростью 5-24 см/сек, около 20 % случаев приходилось на течения скоростью 25-44 см/сек. Лишь 3 % случаев приходилось на течения очень слабые и достаточно сильные. Максимальная скорость течений достигала - 90 см/сек, течения были направлены на юго-запад.

В табл. 2.17 приводим данные о повторяемости течений по направлениям на горизонтах 0, 20, 30 и 40 в целом за год.

Таблица 2.17

Повторяемость течений по направлениям, % горизонт 0 метров¹⁶

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повторяемость, %	15,0	4,4	5,7	16,0	7,9	8,9	14,9	27,2	100
горизонт 20 метров									
Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повторяемость, %	8,6	3,5	5,4	20,5	7,0	5,7	7,9	41,4	100

¹⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 2.17

горизонт 30 метров									
Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повторяемость, %	9,2	3,3	5,6	20,0	7,4	6,1	8,7	39,7	100
горизонт 40 метров									
Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Повторяемость, %	8,5	5,0	5,3	18,7	7,3	6,1	11,2	37,9	100

Данные табл. 2.17 дают наглядное представление о повторяемости течений по направлениям на горизонтах 0, 20, 30 и 40 метров. Видим, что основная северо-западная система течений, которая создается результирующей атмосферной циркуляцией, в районе Туапсе имеет наибольшую повторяемость во всём слое от поверхности до дна.

Кратковременные ветровые течения оказывают влияние лишь на поверхностную часть основного дрейфового потока. Это видно по уменьшению повторяемости северо-западного течения до 27 % на горизонте 0 м.

Относительно большую повторяемость в районе Туапсе имеют также обратные течения на юго-восток и характерно это также для всего 50 метрового слоя воды. Повторяемость юго-восточных течений составляет от 16 до 20 %. Течения остальных направлений можно отнести к кратковременным ветровым течениям, которые быстро исчезают с прекращением эпизодического ветра.

Так как основное северо-западное течение носит нагонный характер, в прибрежной зоне преобладают нисходящие вертикальные движения вод. При обратном юго-восточном течении наоборот наблюдаются восходящие вертикальные движения, и может возникнуть явление аппвелинга. При сильно развитых аппвелингах скорость подъёма вод может составить 10-15 м в сутки.

Обратные течения, вернее явление аппвелинга при них, очень благотворно действует на состояние прибрежных вод. Происходит интенсивный водообмен: к берегу поступают чистые глубинные воды, богатые минеральными солями, а загрязнённая у берега вода отгоняется в море.

Правда постоянное загрязнение моря в прибрежных зонах, в конечном

счете, приведет к гибели моря. Пока же в годы, когда часто наблюдаются обратные на юго-восток течения - море у берегов в районе Туапсе чистое. Режим распределения скорости течения во всём слое почти одинаков: наибольшая повторяемость, от 37 % случаев на поверхности до 55 % на горизонте 40 метров, приходилось на течения скоростью - 5-14 см/сек. Довольно часто бывают течения скоростью 15 - 19 , см/с, порядка 15-19 % случается на разных горизонтах (табл.2.18).

Течения скоростью менее 5 см/с и более 25 см/с, наблюдаются в районе Туапсе не часто, можно сказать эпизодически и не каждый год.

Таблица 2.18

Повторяемость течений по градациям скорости¹⁷

Градация		0 метров		20 метров		30 метров		40 метров	
м/с		Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
0	4	34	1,5	28	1,4	31	1,5	33	1,7
5	9	380	16,7	390	19,5	471	23,5	574	29,8
10	14	476	20,8	456	22,9	475	23,8	511	26,5
15	19	341	15,0	384	19,2	359	17,9	334	17,3
20	24	257	11,3	231	11,6	238	11,9	186	9,6
25	29	227	10,0	170	8,5	174	8,7	129	6,7
30	34	162	7,1	104	5,2	102	5,1	79	3,9
35	39	84	3,7	68	3,4	51	2,5	27	1,4
40	44	83	3,7	44	2,2	42	2,1	23	1,2
45	49	42	1,8	29	1,4	18	0,9	10	0,5
50	54	42	1,8	24	1,2	11	0,5	4	0,2
55	59	30	1,3	18	0,9	4	0,2	2	0,1
60	64	28	1,2	12	0,6	13	0,6	6	0,3
65	69	29	1,2	10	0,5	7	0,3		
70	74	20	0,9	9	0,4	2	0,1	5	0,3
75	79	15	0,7	5	0,2	2	0,1		
80	84	15	0,7	9	0,4	3	0,1	2	0,1
85	89	6	0,3	3	0,2	2	0,1	3	0,2
90	94	4	0,2	3	0,2	2	0,1		
95	99	3	0,1	1	0,1				
Сумма		2276	100	1998	100	2007	100	1930	100

¹⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Изменяются скорости течений в пределах от 0 до 100 см/сек, но в редчайших случаях скорость течений в районе Туапсе может превысить 100 см/сек.

При обработке результатов наблюдений невозможно выделить в чистом виде, какое либо течение, т. к. в море действует слишком много сил, приводящих водные массы в движение. Обычно существует сложное смешение постоянных (градиентных) течений, ветрового дрейфа и инерционных движений. В табл.2.19 приведены данные о совместной обработке направления ветра и направления течений в поверхностном слое.

Таблица 2.19

**Повторяемость течений по направлениям в зависимости от
направления ветра в поверхностном слое¹⁸**

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
С	4	4	0	15	21	13	0	4	0
СВ	4	1	8	2	0	0	4	4	0
В	0	5	8	2	0	13	17	4	15
ЮВ	19	11	8	11	21	19	35	11	8
Ю	15	14	16	4	9	31	13	18	0
ЮЗ	12	15	20	9	3	6	4	30	8
З	31	28	12	21	31	12	22	15	23
СЗ	15	22	28	36	15	6	3	14	46
Сумма, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Наибольшее прямое воздействие ветер оказывает на течения в поверхностном слое. По данным табл. 2.19 видно, что связь направления ветра и течений прослеживается при СВ, В, ЮВ, Ю и З ветрах. Почти в 50 % случаев наблюдаются дрейфовые течения. С глубиной связь направления ветра и течений заметно снижается.

¹⁸ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Глава 3 Термический режим прибрежной зоны Черного моря

3.1 Температурный режим вод прибрежной зоны Черного моря

Основным показателем, характеризующим термический режим прибрежной зоны моря, является средняя месячная и годовая температура воды. Режим температуры воды в районе Туапсе определяется географическим положением района. Расположен район Туапсе на северо-восточном побережье Чёрного моря, поэтому получает за год значительное количество коротковолновой солнечной радиации.

Таблица 3.1

Сведения о температуре воды по данным наблюдений ГМБ Туапсе за 1963-85годы¹⁹

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя T°С	8,7	8,1	8,7	11,4	15,5	20,2	23,7	24,7	22,4	18,3	14,2	10,8	15,6
Наибольшая из средней	10,3	10,0	10,9	14,0	17,8	23,3	25,7	27,0	24,8	21,4	17,3	14,0	17,3
Наименьшая из средней	6,1	5,6	6,9	9,7	13,3	17,6	21,6	22,7	20,1	15,8	10,8	7,0	14,6

Таблица 3.2

Сведения о температуре воздуха по данным наблюдений ГМБ Туапсе за 1963-85годы²⁰

T°С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ср.в Туапсе	4,4	4,7	7,2	11,1	16,1	20,0	23,0	23,4	19,5	15,1	10,2	6,7	13,4
Макс.	20	22	29	30	34	36	41	39	38	34	26	24	41
Миним.	-18	-19	-15	-4	2	7	10	8	2	-7	-11	-18	-19
Квадрат 20 Средняя	6,4	5,5	6,7	10,7	15,5	20,1	23,3	24,0	21,0	16,2	11,5	8,1	14,1

Солнечная радиация, поглощённая поверхностью суши и воды, преобразуется в тепло, следствием чего является нагревание поверхностного

¹⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

²⁰ То же

слоя воды. Сведения о температуре воды по данным наблюдении ГМБ Туапсе за 1963 - 85 гг приведены в табл. 3.1.

Судя по данным табл. 3.1 - 3.2. в связи с большой теплоёмкостью воды колебания её температуры значительно меньше, чем колебания температуры воздуха. Средняя годовая температура воды на 2° выше температуры воздуха.

За исследуемый период средняя годовая температура воды изменялась в пределах $14,6 - 17,3^{\circ}$. При этом в 16-ти случаях средняя годовая температура воды была выше средней многолетней, а в 19-ти случаях – ниже.

В районе Туапсе в среднем вода бывает несколько холоднее воздуха лишь в период с апреля по июль. Зато в период с октября по январь средняя температура воды на $3,6-3,9^{\circ}$ выше средней температуры воздуха.

В годовом цикле наиболее холодной вода бывает в период с января по март, причём изменяется средняя температура в этот период всего в пределах $8,1 - 8,7^{\circ}$. Но и в этом холодном периоде можно выделить февраль, как месяц с самой холодной водой.

В апреле начинается интенсивный прогрев, а к августу температура воды достигает максимума. Теряет тепло к осени - зиме вода медленнее, чем воздух. Даже, в октябре, а в некоторые годы и в ноябре средняя температура воды достаточно высокая.

Видим, что достигнув наибольшего значения в августе, температура воды, следуя за похолоданием в воздухе, начинает неуклонно понижаться вплоть до февраля. Особенно интенсивный прогрев воды происходит от апреля к маю и от мая к июню, а наиболее сильно вода теряет тепло от сентября к октябрю, от октября к ноябрю и от ноября к декабрю - порядка на 4° от месяца к месяцу.

Средняя месячная температура воды в любой из месяцев года не остаётся постоянной, а из года в год может быть и выше и ниже многолетней средней.

Колебания средней месячной вокруг средней многолетней температуры, как в сторону повышения, так и в сторону понижения составили $1,6 - 3,8^{\circ}$ в разные месяцы. Несколько большей изменчивостью, чем в другие месяцы,

отличалась температура воды в период с октября по декабрь.

В эти месяцы средняя месячная температура воды была и выше и ниже средней многолетней на $3,1 - 3,8^{\circ}$. Несколько менее изменчива от года к году была средняя месячная температура воды в марте, когда её колебания вокруг средней многолетней составили $1,8 - 2,2^{\circ}$.

Интересно отметить, что в 1956 и 1964 годах почти во все месяцы года вода была относительно холодной, её средняя месячная температура оказалась ниже средней многолетней. А вот два года подряд в 1966 и 1967, наоборот, во все месяцы средняя температура была выше средней многолетней.

В январе и марте средняя месячная температура воды лишь в единичных случаях может превысить 10° , тогда как в феврале таких случаев не бывает совсем.

В апреле, ноябре и декабре средняя месячная температура воды наиболее часто бывает в пределах $10,1-15^{\circ}$ при этом в отдельные годы в апреле и декабре она может быть ниже 10° , а в ноябре выше 15° .

В мае, июне и октябре средняя месячная температура наиболее часто была в пределах $15,1 - 20^{\circ}$, но при этом в мае она довольно часто может быть ниже 15° , а в июне и октябре - выше 20° . В абсолютном большинстве случаев в период с июля по сентябрь средняя месячная температура находилась в пределах $20,1 - 25^{\circ}$. В июле и, особенно в августе бывают случаи со средней месячной температурой выше 25° .

Таблица 3.3

Максимальная температура воды²¹

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горизонт, м													
0	10,7	10,1	10,7	13,8	21,1	26,0	28,0	26,4	24,7	22,5	17,8	14,2	28,0
10	10,8	9,9	9,7	12,6	17,7	24,6	25,3	26,3	24,4	22,2	17,5	14,2	26,3
20	10,8	9,7	9,5	12,1	15,3	24,6	25,0	26,0	24,5	21,8	17,5	14,1	26,0
30	10,8	9,8	9,5	10,7	2,7	23,1	23,9	25,7	24,2	21,9	17,5	14,2	25,7
40	10,7	9,7	9,3	9,2	8,9	13,3	15,1	25,3	20,7	21,2	17,5	14,2	25,7

²¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Таблица 3.4

Минимальная температура воды²²

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горизонт, м													
0	7,9	7,4	7,1	8,5	12,1	13,2	19,4	22,1	13,4	18,3	11,5	10,5	7,1
10	7,8	7,45	7,05	8,3	9,1	9,7	10,9	16,4	9,7	18,1	11,8	10,6	7,05
20	8,2	7,25	7,02	7,5	6,8	7,9	7,9	10,7	8,2	11,2	8,8	10,8	6,88
30	7,8	7,6	7,08	6,6	6,4	7,06	6,8	7,2	6,3	8,0	7,6	9,2	6,33
40	7,8	7,78	7,17	6,3	6,4	6,7	6,1	6,5	6,02	6,3	7,6	7,4	6,02

Из-за большей теплоемкости вода не так быстро как воздух набирает и теряет тепло, а также более сглаженный характер носят изменения средней суточной температуры воды на протяжении месяца. Особенно это заметно в месяцы года с самой холодной водой: январе, феврале и марте.

Средняя многолетняя температура воды все эти месяцы находится в пределах 8,0 – 9,8°. Наиболее холодной в этот период вода бывает в феврале, когда средняя суточная температура изменяется всего в пределах 8,0 - 8,3°. В наиболее тёплые годы температура воды может достигать 10-12° в январе, 10-11° в феврале, 10-12° в марте. В наиболее холодные годы средняя суточная температура воды понижается до 4-6° в январе, 4-5° в феврале, 5-7° в марте.

С последней декады марта начинает прослеживаться медленный прогрев воды и к концу апреля средняя суточная температура воды уже достигает 13°, к концу мая 17°, к концу июня 22° и к концу июля 25°. В июле и августе наблюдается наиболее высокая температура воды, которая в среднем колеблется от 22 до 25°, а в отдельные теплые годы - в пределах 26 - 28°.

Начиная со второй половины августа, вода в море постепенно охлаждается, теряя к концу августа в среднем 0,7 - 0,8°, к концу сентября 3,5° к концу октября 4,8°, к концу ноября 3,4° и к концу декабря ещё 2,5°. В целом за период с августа по декабрь средняя суточная температура воды понижается на 15°, с 24,7° до 9,7°.

Изменчивость средней суточной температуры воды от года к году

²² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

характеризуют данные о наибольшей и наименьшей средней суточной температуре воды.

Приведём несколько характерных примеров. 3 января при средней многолетней температуре $9,6^{\circ}$, наибольшая достигала $12,2^{\circ}$, а наименьшая составила всего $5,0^{\circ}$. 17 апреля при средней многолетней температуре $11,6^{\circ}$, наибольшая средняя суточная достигала $15,2^{\circ}$, а наименьшая составила всего $8,5^{\circ}$. 3 июля при средней многолетней суточной температуре $22,2^{\circ}$ наибольшая достигала $26,0^{\circ}$, а наименьшая - всего $17,6^{\circ}$. 29 августа при средней многолетней температуре $23,8^{\circ}$ наибольшая была $27,4^{\circ}$, а наименьшая только $13,4^{\circ}$. 12 октября при средней многолетней температуре $18,7^{\circ}$ наибольшая достигала $22,2^{\circ}$, а наименьшая $8,2^{\circ}$. 4 декабря при средней температуре $11,7^{\circ}$ наибольшая достигала $15,2^{\circ}$, а наименьшая средняя суточная температура составила всего $6,2^{\circ}$.

Интересно знать не только ход средних суточных температур на протяжении месяца или года, но и частоту с какой наблюдается та или иная температура на протяжении месяца.

Характерной особенностью режима средних суточных температур воды является большая их изменчивость на протяжении всего года. В любой из месяцев года наблюдаются дни, когда средняя суточная температура воды бывает достаточно высокой или весьма низкой.

В январе средняя суточная температура воды наиболее видна в пределах $8-10^{\circ}$, а в феврале и марте чаще следует ожидать среднюю суточную температуру в пределах $7-10^{\circ}$. В апреле и декабре средняя суточная температура воды наиболее часто находится в пределах $10-12^{\circ}$, но в декабре в редчайших случаях температура воды может быть ниже 6° , в апреле выше 16° .

Наибольшие повторяемости средних суточных температур воды в мае и ноябре приходятся на градацию $14-17^{\circ}$, при этом в мае в отдельных случаях вода прогревается до $20-22^{\circ}$, а в ноябре охлаждается до $6-9^{\circ}$. В период с июня по сентябрь наблюдается самая большая повторяемость средней суточной температуры воды в градациях выше 20° .

В эти месяцы, если и бывает холодная вода с температурой ниже 15°, то связано это с явлением апвеллинга. В среднем за год в районе Туапсе наблюдается 31 день со средней суточной температурой воды выше 25°, 118 дней - выше 20°, 185 дней - выше 15 ° и 269 дней в году средняя суточная температура воды бывает выше 10°.

Характерной особенностью режима температуры воды в районе Туапсе является эпизодическое понижение температуры в прибрежной зоне в тёплую часть года (май-сентябрь), связанное с явлением апвеллинга. Апвеллинги возникают обычно с прохождением циклонов через Чёрное море, при усилении ветров северной четверти, горизонтальный поток воды в море при этом движется по часовой стрелке.

Под влиянием вращения земли вода поверхностных слоев уходит от берега в открытое море, а её место занимает глубинная вода. В холодное время года такая циркуляция вод практически незаметна из-за малой разности температуры поверхностного и глубинного слоев воды. Наибольшая повторяемость апвеллингов приходится на конец весны начало лета, что объясняется наличием ещё относительно тонкого тёплого поверхностного слоя, 10-15 м, который легко угоняется от берега. Наблюдаются апвеллинги ежегодно и, в одни годы, их может быть до 10, а в другие - не более 1-2.

Средняя продолжительность апвеллингов 3-5 суток. В каждом отдельном случае продолжительность их различна. Часто за 1-2 дня температура воды успевает понизиться на несколько градусов и восстановиться до первоначальных значений.

Значительный интерес представляют апвеллинги небольшой, 1-6 дней, продолжительности, но ярко выраженные - температура воды понижается на 5-12°. Например, столь сильные апвеллинги были отмечены в июне 1985 и 1986 годов. До 70 % всех апвеллингов бывает продолжительностью 3-4 дня с понижением температуры воды у берега на 2-3°, 4-5°.

Подъёмы и опускания вод у берега в период развития явления апвеллинга является одним из важнейших факторов вертикального обмена вод в верхнем

слое Черного моря.

Поднявшиеся на поверхность глубинные воды нагреваются под непосредственным действием солнечных лучей и распресняются водами рек Туапсе и Паук, поэтому становятся менее плотными и при прекращении действия апвеллинга уже не могут опуститься на прежнюю глубину.

Так в море значительно усиливается послойный вертикальный обмен вод, что в свою очередь является одним из источников, пополняющих запасы питательных солей в поверхностном слое моря. При отсутствии в летние месяцы явлений апвеллинга, часто наблюдается уменьшение количества фосфатов в зоне фотосинтеза.

Содержание фосфатов сразу после образования апвеллинга обычно увеличивается в 2-3 раза. Поступление глубинных вод, более богатых биогенными солями в поверхностные слои моря, благоприятно сказывается на развитии планктонных организмов, что в свою очередь способствует увеличению численности рыбы в исследуемом районе.

Распространение апвеллингов в районе Туапсе в разных пунктах порта происходит неодновременно. Зависит это от защищенности мест наблюдений портовыми сооружениями. Понижение температуры воды на открытом участке берега происходит на сутки раньше, чем в порту. Известно, что море значительно влияет на характер изменений температуры воздуха прибрежных районов. Летом море накапливает тепло, частично отнимая его у окружающего воздуха, тем самым несколько снижая его температуру. Зимой, наоборот, море отдаёт тепло окружающему воздуху, тем самым несколько повышая его температуру. Поскольку во время апвеллингов на поверхность моря в прибрежных районах поступает холодная вода, то теплообмен с окружающей средой усиливается. Море получает больше тепла, воздух больше его теряет.

3.2 Термический режим вод на рейде порта Туапсе

Приведём некоторые характеристики режима температуры воды на рейде

порта Туапсе. Наблюдения выполняются в 3,5 милях от берега на 206° от мыса Кадош в точке с координатами 44°02 с. ш. 39° 04 в. д. глубина 45 метров.

Температура воды определяется каждые 4 часа на протяжении трёх суток ежемесячно, горизонты наблюдений 0, 10, 20, 30 и 40 метров. Обобщены материалы наблюдений за период 1971-85 гг.

С целью оценки вертикального распределения температуры воды вычислены вертикальные градиенты (градус/метр) на горизонтах и между горизонтами, представлен в табл. 3.5

Таблица 3.5

Температура воды на рейде порта Туапсе, 1971-85 гг.²³

Январь							
Срок	0	4	8	12	16	20	Средняя
Горизонт, м	9,4	9,3	9,4	9,4	9,5	9,4	9,4
10	9,46	9,42	9,45	9,45	9,54	9,54	9,48
20	9,61	9,54	9,60	9,58	9,63	9,62	9,60
30	9,59	9,55	9,63	9,59	9,65	9,62	9,60
40	9,64	9,62	9,71	9,67	9,73	9,69	9,68
Февраль							
Горизонт, м	8,5	8,48	8,50	8,63	8,66	8,51	8,55
10	8,55	8,55	8,50	8,54	8,56	8,53	8,54
20	8,58	8,60	8,55	8,58	8,58	8,57	8,58
30	8,60	8,57	8,57	8,59	8,58	8,58	8,58
40	8,60	8,60	8,62	8,60	8,58	8,59	8,60
Март							
Горизонт, м	8,84	8,74	8,66	8,97	9,10	8,92	8,87
10	8,66	8,66	8,59	8,68	8,68	8,63	8,65
20	8,54	8,57	8,50	8,58	8,56	8,54	8,55
30	8,47	8,46	8,43	8,49	8,48	8,46	8,46
40	8,35	8,36	8,34	8,41	8,38	8,37	8,37
Апрель							
Горизонт, м	11,36	11,19	11,20	11,26	11,58	11,46	11,34
10	10,75	10,81	10,79	10,66	10,69	10,81	10,75
20	9,45	9,36	9,40	9,51	9,41	9,41	9,42
30	8,54	8,55	8,62	8,60	8,56	8,59	8,58
40	8,07	8,14	8,11	8,14	8,12	8,14	8,12
Май							

²³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 3.5

Горизонт, м	16,07	15,70	15,72	16,51	16,71	16,44	16,19
10	12,89	13,13	13,53	13,49	12,96	12,84	13,14
20	10,11	10,24	10,17	10,41	10,81	10,27	10,34
30	8,64	8,56	8,56	8,62	8,65	8,51	8,59
40	7,82	7,84	7,87	7,83	7,87	7,85	7,85
Июнь							
Горизонт, м	20,63	20,40	20,57	20,75	21,38	20,92	20,78
10	16,77	16,95	17,77	17,75	17,54	17,54	17,39
20	11,92	11,88	12,01	12,10	12,22	12,08	12,02
30	9,92	9,73	9,57	9,44	9,66	9,62	9,66
40	8,14	8,14	8,21	8,20	8,30	8,16	8,19
Июль							
Горизонт, м	23,53	23,32	23,31	23,90	24,10	23,81	23,66
10	21,53	21,62	21,53	21,86	21,74	21,83	21,68
20	15,78	16,64	16,37	16,79	16,24	16,32	16,36
30	11,21	11,62	11,74	12,04	11,61	11,51	11,62
40	8,65	8,74	8,95	9,02	8,79	8,83	8,83
Август							
Горизонт, м	24,71	24,08	24,67	25,58	25,31	24,93	24,88
10	24,04	24,18	24,18	24,81	24,33	24,15	24,28
20	20,98	20,93	20,96	21,60	21,22	21,13	21,14
30	14,75	14,84	14,95	15,96	15,22	15,11	15,03
40	10,62	10,53	10,72	11,48	11,80	10,96	11,02
Сентябрь							
Горизонт, м	21,16	22,10	22,30	2,62	22,61	22,30	22,35
10	21,54	21,62	21,51	21,56	21,82	21,52	21,60
20	19,22	19,54	19,62	19,80	19,59	19,52	19,55
30	14,51	14,37	14,47	15,39	14,96	14,56	14,69
40	10,28	10,34	10,35	10,66	10,36	10,68	10,44
Октябрь							
Горизонт, м	19,89	19,78	19,80	20,03	20,06	19,92	19,91
10	19,79	19,78	19,71	19,87	19,88	19,78	19,80
20	18,84	18,68	18,75	18,99	18,82	18,58	18,78
30	15,67	15,62	15,26	15,27	15,90	15,88	15,60
40	11,03	11,36	11,29	11,15	11,30	10,70	11,14
Ноябрь							
Горизонт, м	14,93	14,88	15,02	15,02	14,93	15,06	14,97
10	14,99	14,97	14,92	15,01	15,00	15,09	15,00
20	14,87	14,88	14,90	14,94	14,91	14,97	14,91
30	14,58	14,58	14,49	14,49	14,51	14,63	14,55
40	13,31	13,11	13,51	13,00	13,25	13,12	13,22
Декабрь							

Продолжение таблицы 3.5

Горизонт, м	11,91	11,80	11,80	11,90	11,90	11,80	11,85
10	11,90	11,89	11,89	11,98	12,00	11,91	11,93
20	11,93	11,91	11,97	12,04	12,00	11,89	11,96
30	11,82	11,92	11,90	11,92	11,91	11,84	11,88
40	11,01	11,18	11,02	11,51	11,25	11,25	11,20

Как видно из табл. 3.5, годовой ход имеет место на всех горизонтах. Максимум температуры воды отмечается: в августе в слое 0-20 м, в октябре на 30 метровом горизонте, а в ноябре уже на горизонте 40 метров. Минимальные значения температуры в слое 0-10 м бывают в феврале, в слое 20-30 м - в марте, а на горизонте 40 м в мае. Таким образом, видно как хорошо выражено запаздывание в наступлениях максимума и минимума с глубиной.

Амплитуда годовых колебаний температуры воды с глубиной уменьшается довольно резко с $16,33^{\circ}$ в поверхностном слое до $5,37^{\circ}$ на горизонте 40 м. Причём наиболее значительное уменьшение амплитуды имеет место в слое 20-30 м - $0,55^{\circ}$ на 1 метр.

Наиболее высокие значения температур воды в период с марта по октябрь наблюдаются в поверхностном слое. В холодное время года наиболее тёплой вода бывает на глубинных горизонтах: в ноябре - на 10 метрах, в декабре - на 20 метрах, а в январе и феврале - на 40 метрах.

Наиболее низкие значения температур в январе-феврале отмечаются в слое 0-10 м, а в остальное время года - на горизонте 10 м.

В тёплый период года май - октябрь происходит интенсивный прогрев моря, что приводит к формированию сезонного слоя скачка температуры (сезонный термоклин).

Суточный ход температуры воды на горизонтах показан в табл. 3.6.

По данным табл. 3.6 видно, что наибольшие значения вертикальных градиентов температуры наблюдаются: в слое 0 - 10 м в мае - июне ($0,3$), в слое 10-20 м в июне - июле ($0,5$), в слое 20-30 м в августе ($0,6$) и в слое 30 - 40 м в августе - октябре ($0,4$). Интенсивность слоя скачка в пределах $0,3 - 0,6$ град/м является умеренной. В холодный период года при интенсивном перемешивании

слоев воды из-за частых штормов слой скачка уничтожается. Наиболее однородное распределение температуры отмечается в январе - марте.

Таблица 3.6

Суточный ход температуры воды на горизонтах²⁴

Месяц												
Горизонт, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0,2	0,2	0,4	0,4	1,0	1,0	0,8	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1
10	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	1,0	0,3	0,8	0,3	0,3	0,2	0,1
20	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,7	0,4	1,0	1,0	0,6	0,4	0,1	0,2
30	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,5	0,8	1,2	1,0	0,6	0,1	0,1
40	0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	0,4	1,3	0,4	0,7	0,5	0,5

Наиболее хорошо суточный ход температуры воды выражен в поверхностном слое. Самой тёплой на протяжении суток вода бывает в поверхностном слое в 16 часов, на горизонте 10-20 м - в 12 часов.

Наиболее холодной на протяжении суток в среднем за год вода бывает на горизонте 0 метров в 4 часа, на горизонтах 10 - 20 м в 0 часов. В слое 0 - 10 м средняя суточная амплитуда резко уменьшается от 0,51° до 0,24°.

На горизонте 20 м имеет место некоторое повышение амплитуды, связанное с колебаниями границ слоя скачка в летнее время. В слое 30 - 40 м суточный ход температуры выражен слабо. Амплитуды не превышают 0,2°.

Время наступления суточных максимумов и минимумов температуры на разных горизонтах видно по данным табл.3.7 (в числителе - время максимума, в знаменателе - минимума).

Из данных табл. 3.7 мы получили представление о межгодовой изменчивости суточных амплитуд, которые в тёплое время года возрастают, а в холодное уменьшаются. На двух нижних горизонтах увеличение амплитуд связано не с суточным ходом прогрева, а с колебаниями границ сезонного слоя скачка. Наиболее высокие значения температур на всех горизонтах отмечались в очень жаркое лето 1972 года на поверхности в июле, на остальных горизонтах

²⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

в августе. В июле 1972 года средняя месячная температура воды в порту составляла 25,1°, а в августе - 26,6°.

Таблица 3.7

Время наступления суточных максимумов и минимумов²⁵

Месяц	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Горизонт, м часы										
0	16/8	16/4	16/4	16/4	16/8	12/4	12/4	16/4		
10			8/20	8/0	12/0	12/0	16/8	16/8		
20			16/0	16/0	12/0	12/0	12/0	12/20		
30				0/12	12/0	12/0	12/4	16/8		
40					12/0	16/4	20/0	4/20	8/12	12/0

Наиболее низкие значения температур на всех горизонтах отмечались в наиболее холодном за исследуемый период 1985 году на горизонтах 0 и 10 м в марте, на горизонте 20 м в мае, а на горизонтах 30 и 40 м - в сентябре.

Аномально низкие значения температур отмечены на горизонтах 0-20 метров 13-15 сентября 1973 года при интенсивном явлении апвеллинга.

Из-за апвеллинга средняя температура воды у берега в сентябре 1973 года оказалась на 2,2° ниже нормы. Надо отметить, что в прибрежном районе порта апвеллинг достиг своего полного развития 19 сентября. К этому времени температура воды у берега упала до 10°.

Наибольшая изменчивость температуры от года к году наблюдается в тёплый период. Амплитуды летом достигают на горизонте 0 м 12,8°, на горизонте 10 м - 14,00°, на горизонте 20 м - 17,11°, на горизонте 30 м - 18,58° и на горизонте 40 м - 18,78°. Увеличение амплитуд с глубиной обусловлено динамическими причинами, вызывающими интенсивные вертикальные колебания нижней границы сезонного слоя скачка температуры.

При сравнении значений температуры воды в акватории порта и на рейде в поверхностном слое можно видеть, что в течение всего года температура в открытом море выше температуры в порту. Наибольшие

²⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

разности температур имеют место в холодный период с октября по январь ($0,82 - 3,47^\circ$), а также в мае - июне ($0,88 - 0,90^\circ$). В первом случае это можно объяснить большим выхолаживанием водных масс у берегов, а во втором - явлениями апвеллинга, имеющими наибольшую повторяемость в этот период.

Заключение

Черное море занимает собою поверхность около 411540 км², средней глубина около 1197 м. Вода Черного моря, особенно в поверхностных слоях, гораздо менее солена, чем вода океанов. В среднем на каждую тысячу граммов черноморской воды приходится 18 граммов солей, в то самое время, как в Атлантическом океане на тысячу г. воды приходится соли - 35 граммов, а в Красном море е почти 39 граммов.

Морской торговый порт Туапсе расположен на Кавказском побережье Черного моря в вершине бухты Туапсе, к юго-востоку от скалистого мыса Кадош. Акватория порта ограничена устьями рек Туапсе и Паук до изобаты 40 м. Ширина бухты 4,5 км. С запада Туапсинскую бухту ограничивает мыс Кадош, высотой 96 м.

Наибольшая глубина в бухте не превышает 13 метров, преобладающие глубины 9-10 метров, у входа в порт 10-12 метров. Непосредственно к акватории Туапсинского морского порта имеется подходной канал длиной 400 м., шириной 120 м., глубиной 13.5 м.

Годовой ход уровня моря хорошо выражен и хорошо согласуется с годовым ходом атмосферного давления. Некоторое нарушение этой связи наблюдается от апреля к маю, когда давление почти не меняется, а уровень растёт.

В это время, очевидно, уровень моря переходит под преимущественное влияние стока рек, который резко увеличивается за счёт интенсивного таяния снега в горах. Таким образом, можно отметить, что колебания уровня воды Чёрного моря в районе Туапсе в общем небольшие и значительного влияния на хозяйственную деятельность человека не оказывают.

Выводы:

1. Уровень моря в районе Туапсе, как и вообще в Чёрном море из-за его сравнительно небольшого размера, характеризуется относительно небольшими колебаниями от года к году, в годовом, месячном и суточном ходе;

2. Установлено что в районе порта Туапсе, в многолетнем режиме температура воды в среднем холоднее воздуха в период с апреля по июль, а в период с октября по январь, средняя температура воды на 3,6-3,9° выше средней температуры воздуха;

3. В годовом ходе наиболее холодной вода бывает в период с января по март с разницей 8,1 - 8,7°C. Период с самой холодной водой можно выделить февраль;

4. Изменчивость амплитуд температуры с глубиной обусловлено динамическими причинами, вызывающими интенсивные вертикальные колебания нижней границы. Наибольшая изменчивость температуры от года к году наблюдается в тёплый период. Температура воды летом достигает на горизонте 0 м - 12,8°, на горизонте 10 м - 14,0°, на горизонте 20 м - 17,11°, на горизонте 30 м - 18,58° и на горизонте 40 м - 18,78°;

5. Большое влияние на хозяйственную деятельность человека в прибрежных районах оказывает волнение моря. Средняя высота волн всех направлений достигает не более 1,0 м.; южные и юго-западные волны от 0,8 до 4,0 м, а северные и северо-западные волны не превышают - 2,0 м.;

6. Средняя скорость течений вод на поверхности изменялась в зависимости от направления от 13 до 22 см/сек. Порядка 74 % случаев скорость течений находилась в пределах 10-29 см/сек, в 14 % случаев приходилось на течения скоростью 35-44 см/сек.

Список использованной литературы

1. Алехин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. - Л.: Гидрометиздат, 1973. - 269 с.
2. Альтман Л.П. Черное море. Экономико-географический очерк. - Л.: Знание, 1975. - 40 с.
3. Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. - М.: Изд-во АН СССР, 1938. - 253 с.
4. Богданова А.К., Кропачев Л.Н. Сгонно-нагонная циркуляция и ее роль в гидрологическом режиме Черного моря. // Метеорология и гидрология. - 1959. - №4. - 112 с.
5. Большое Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1983. - 416 с.
6. Бруевич С.В. Химия и биологическая продуктивность Черного моря. // Труды «Института океанологии АН СССР». - 1953. - т.7. – С. 48-54.
7. Белокурова Н.И., Старов Д.К. Гидрометеорологическая характеристика Черного моря. - Л.: Гидрометиздат, 1946. - 254 с.
8. Водяницкий В.А. Основной водообмен и история формирования солености Черного моря. // Тр. Севостопольской биол. Станции. - 1948. - т.6. - С. 386-432.
9. Воронов П.А. Морское сооружение из бетона и железобетона. - Л.: Гидрометиздат, 1951. - 143 с.
10. Георгиев Ю.С. О динамике холодного промежуточного слоя в Черном море. // Океанографические исследования Черного моря. - Киев: Наукова Думка, 1967. - С. 105-113.
11. Герлах С.А. Загрязнение морей. Диагноз и терапия. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 264 с.
12. Гицба Я.В. Многолетняя и сезонная изменчивость климатических факторов над абхазской акваторией Черного моря. // Известия вузов Северокавказского региона. - Ростов-на-Дону, 2007. - №5. - С. 18-25.

- 13.Городецкий О.А., Гуральник И.И., Ларин В.В. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 336 с.
- 14.Егоренко Н.П. Типовые барические поля над бассейном Черного моря // Тр. ИОАН СССР. – М.,1962. - т.57. - С. 81-92.
- 15.Земляков В.М. Атмосферное давление и ветер над Черным морем // Тр. УкрНИГМИ. – М.,1957. - Вып. 7. - С. 183-195.
- 16.Земляков В.М. Характеристика температуры воздуха над Черным морем//Тр. УкрНИГМИ. – М., 1976. - Вып. 8. - С. 156-164.
- 17.Зенкевич В.П. Берега Черного и Азовского морей. – М.: Географгиз, 1958. - 373 с.
- 18.Кикнадзе А.Г. Применение литологического метода к исследованиям динамики береговой зоны (на примере Черноморского побережья Кавказа). //Вестник МГУ. География. - 1970. - №6. - С. 88-92.
- 19.Колесников А.Г. Годовой ход температуры, устойчивости и вертикального турбулентного обмена тепла в открытой части Черного моря. //Тр. Мор. гидрофиз. ин-та АН СССР. – М., 1953. - С. 313-325.
- 20.Кузьминская Г. Г. Чёрное море. - Краснодар. 1963. – 163 с.
- 21.Кузьминская Г. Г. Черное море. Часть 2. О морской воде Чёрного моря. – Краснодар, 1977. – 148 с.
- 22.Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1974. - 336 с.
- 23.Москаленко Л. В. Расчет стационарных ветровых течений в Черном море. Океанология, 1975. - т.15. - С. 245-250.
- 24.Наставление по гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, часть 1. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 312 с.
- 25.Проблемы защиты Черного моря от загрязнения (Материалы Межведомственной комиссии по Черному морю) / под редакцией проф. А.Ф. Порядина, д.б.н. Е.М. Заславского. Выпуск 1. - М.: Изд-во РЭФИА, 1996. - 172 с.
- 26.Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред.

- А.Д. Семенова. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 89 с.
- 27.. Сорокин Ю.И. Черное море. - М.: изд-во «Наука», 1982. - 216 с.
- 28.Титов В.Б. Статистический анализ вековых рядов приземной температуры воздуха в Черноморском регионе // Метеорология и гидрология. - 1993. - №10. - С.105-107.
- 29.Титов В.Б., Савин М.Т. Об оценке температурного режима атмосферы, формирующего гидрологическую структуру Черного моря // Метеорология и гидрология. - 2000. - №10. - С. 78 -84.
- 30.Черное море: Сборник, Вылканов А., Данов Х., Мариеов Х. и др., пер. с болгарского. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 408 с.
- 31.Чернякова А. Л. Типовые поля ветра на Черном море // Гидрохимические и гидрофизические исследования в Черном море. - М.: Наука, 1967. - С. 10-15.
- 32.Филиппов Д.М. Циркуляция и структура вод Черного моря. - М.: Наука, 1968. – 136 с.