

РЕЛЬЕФ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСАДКИ БЕРИНГОВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Д. Е. ГЕРШАНОВИЧ

В 1958—1959 гг. в океанологических исследованиях по программе Международного геофизического года и года Международного геофизического сотрудничества, а также в комплексных работах Берингово-морской научно-промысловой экспедиции ТИНРО—ВНИРО видное место заняло изучение рельефа и современных осадков шельфовой зоны Берингова моря.

Берингоморский шельф давно привлекает к себе особое внимание. Занимая около половины площади такого крупнейшего морского бассейна, каким является Берингово море, он в то же время изучен совершенно недостаточно. Литературные и картографические источники с большей или меньшей степенью подробности освещают лишь западные и южные районы шельфа. Наиболее же обширный шельф восточной части моря до сих пор характеризуется главным образом данными, полученными в конце прошлого или начале нынешнего столетия [5, 28].

Зона шельфа является основной промысловой зоной Берингова моря. В ее пределах осуществляется траловый лов большей части донных рыб, добыча краба, значительного количества сельди и других промысловых объектов. Исключительно велика роль шельфа в транспортном отношении. Все это, а также необходимость познания природных условий шельфовой зоны как важнейшей части Берингова моря определяет большой масштаб исследовательских работ на шельфе в последние годы.

В 1958 г. исследования берингоморского шельфа были проведены на э/с «Жемчуг», а в 1959—1960 гг. — на э/с «Первенец» (рис. 1, 2). Помимо автора, в работах участвовали В. С. Бортников, Б. Г. Иванов, В. Н. Семенов, Ю. Д. Подлипалин. В ходе этих работ наиболее подроб-

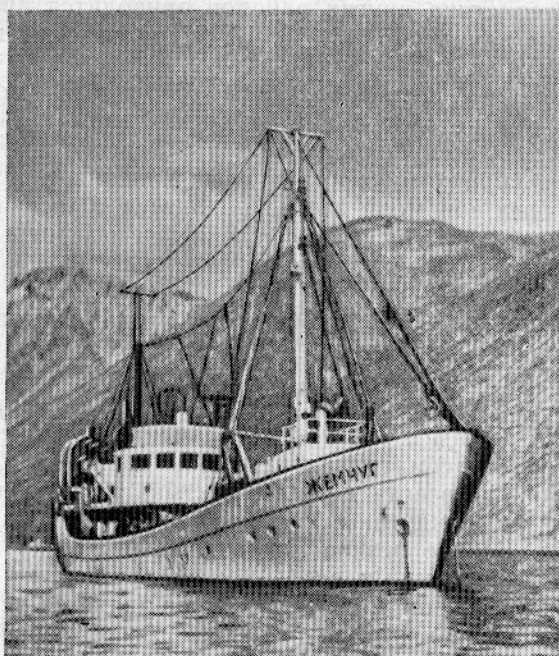


Рис. 1. Экспедиционное судно «Жемчуг». Фото В. С. Бортникова.

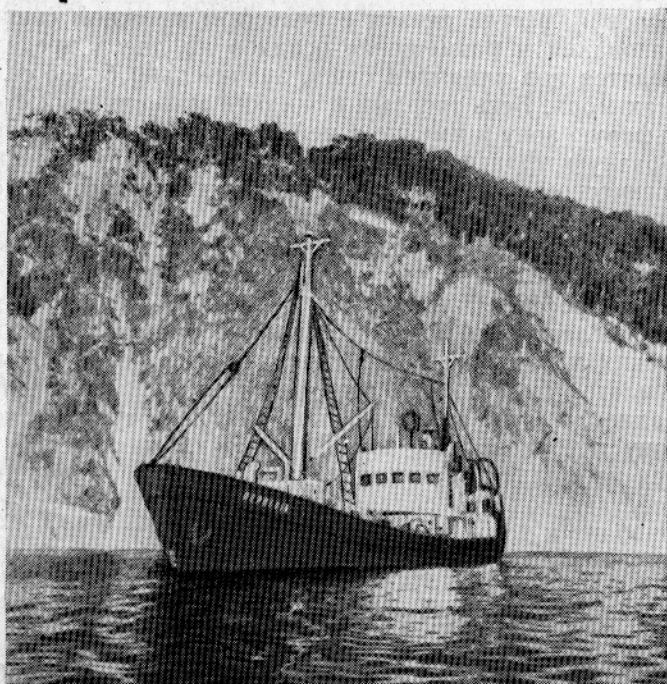


Рис. 2. Экспедиционное судно «Первенец». Фото В. С. Бортникова.

но изучены восточные и юго-восточные области беринговоморского шельфа. Характеристика других районов приводится преимущественно по литературным данным [5, 11, 16, 18, 27] и морским навигационным картам 1955—1959 гг.

При исследовании шельфовой зоны Берингова моря постоянно учитывали, что она не обособлена от других зон — зоны материкового и островного склона и глубоководной зоны. Рельеф, донные отложения, гидрологические, гидрохимические и иные явления и процессы, фауна и флора различных зон моря всегда находятся в теснейшей зависимости и связаны друг с другом многочисленными и непрерывными переходами, специфичными в каждом из морей или даже в некоторых из их областей.

Это положение вытекает из общности физико-географических факторов, определяющих природные процессы в море, и единства истории водоема, в ходе которой создались его современные очертания, глубины. Сформировался наблюдаемый в настоящее время гидрологический и гидрохимический режим и возникло современное распределение флоры и фауны. Поэтому, рассматривая рельеф и донные осадки беринговоморского шельфа, мы всегда должны учитывать ту неразрывную связь, которая существует между ними и рельефом и осадками остальных зон Берингова моря. Всякое резкое подразделение между зонами, правомочное в силу существенных особенностей природных факторов, действующих в каждой из зон, в известной мере является условным.

Шельф — это подводное продолжение прилегающей к морю суши [3, 14, 24, 29]. Нигде в море влияние суши не оказывается столь сильным, как на шельфе. Геология шельфовых пространств в основных чертах обычно оказывается общей с геологией прибрежных областей. Рельеф дна, отражая геологическое строение и воздействие комплекса морских условий, всегда связан с рельефом смежной суши. Процессы осадкообразования и размещение осадков на дне в пределах шельфа также находятся под влиянием суши, значительно более сильным, чем в других зонах моря. Весь твердый и жидкий материковый сток проходит через шельфовую зону и именно в ней, пожалуй, претерпевает основную и разнообразную трансформацию, сказываясь определенным образом на гидрологическом и гидрохимическом режиме, флоре, донных осадках и рельефе.

Изменчивость ряда природных условий на шельфе также больше, чем в глубинных областях моря; взаимосвязь и взаимопроникновение атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы принимает здесь особенно многочисленные в морских условиях формы. Это находит выражение в таких характерных особенностях шельфовой зоны, как более или менее частая смена биоценозов и частая фациальная изменчивость донных осадков, обычно возрастающая в сторону суши и сокращающаяся в сторону глубоководных зон. Влияние климатической зональности проявляется на шельфе значительно сильнее, чем на глубинах. Нивелирующее действие вод при сравнительно малых глубинах, как правило, еще не приводит к тому, что большие пространства моря оказываются весьма однородными, как мы нередко наблюдаем в глубоководных зонах моря.

Вместе с тем зона шельфа не является однородной. Изменяются ее ширина, очертания, рельеф, донные осадки, изменяется гидрология, гидрохимия органический мир. Внешние районы шельфа, более глубоководные, испытывают меньшее воздействие суши. Явления и процессы, происходящие здесь, носят более «морской» характер; нередко на них сказывается, иногда весьма сильно, вертикальная циркуляция вод в

зоне материкового склона. В ряде случаев более резко проявляются следы досовременных процессов, не затушевываемые интенсивной седиментацией осадочного материала, поставляемого с суши в настоящее время, и абразионной деятельностью волн. Такие различия обычно лучше прослеживаются на широких шельфах, окаймляющих низменные материковые пространства. Узкие шельфы вдоль гористых областей континентов и островных гряд в большинстве случаев более однородны, морское влияние здесь оказывается сильнее.

Все эти особенности, а также ряд других приходится принимать во внимание при характеристике рельефа и донных отложений берингоморского шельфа, что создает известные трудности и побуждает вести рассмотрение шельфовой зоны на основе возможно более широкого привлечения данных о природных условиях моря и прилегающей суши.

Многие различия, которые мы наблюдаем в строении и рельефе шельфовых областей Берингова моря, не только сказываются на распределении донных отложений, но и существенно влияют на гидрологический и гидрохимический режим шельфовой зоны, размещение донных и других организмов. Изменения в условиях обитания и распределения планктона, бентоса и ихтиофауны в ряде областей обширного и протяженного берингоморского шельфа оказываются весьма значительными как с экологической, так и с трофической точек зрения. Это следует учитывать при проведении любых гидробиологических, ихтиологических и научно-промысловых работ в Беринговом море.

По-видимому, ряд закономерностей, свойственных берингоморскому шельфу, может быть распространен и на шельфы других морей. Однако при этом совершенно обязателен строгий учет всего своеобразия физико-географической обстановки каждого морского бассейна. Только основываясь на широком анализе природных условий, можно вскрыть то общее и то частное, что характеризует каждый шельф как природный географический объект и как один из главнейших районов морского транспорта и мирового рыболовства.

По ориентировочным подсчетам Г. В. Мартинсена, в пределах шельфовой зоны Мирового океана добывается около 89% всего мирового улова рыбы и рыбопродуктов. Приведенная цифра наглядно свидетельствует об исключительном значении шельфа для рыбной промышленности и рыболовства и о важности его всестороннего изучения. Необходимость такого изучения возрастает в еще большей степени в связи с запросами геологии и широкими возможностями использования минеральных ресурсов, находящихся на дне и в водной толще шельфовой зоны.

ЭПИКОНТИНЕНТАЛЬНАЯ (ПЛАТФОРМЕННАЯ) И ГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ ЧАСТИ БЕРИНГОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Зона шельфа, составляя подводное продолжение прилегающей суши, простирается от берега в сторону моря на различное расстояние — от нескольких миль до многих сотен миль — и представляет собой подводную равнину или площадку с более или менее сложным рельефом дна и сравнительно малыми уклонами, чаще всего равными нескольким минутам (изредка они достигают 10' или более). Внешний край шельфовой зоны располагается в большинстве случаев на глубине от 100 до 200 м и характеризуется хорошо выраженным перегибом профиля дна и значительным возрастанием уклонов при постепенном переходе в зону материкового или островного склона, где крутизна дна резко увеличивается и уклоны дна могут составлять даже десятки градусов.

Берингово море, так же как и прочие моря Дальнего Востока, принадлежит к числу краевых восточноазиатских морей. Все эти моря, располагаясь в переходной зоне от колоссальных континентальных массивов Азии и Северной Америки к океаническим структурам Тихого океана, отличаются сложным и неоднородным геологическим строением [1, 6, 23], которое во многом определяет их морфологию [21] и прямо или косвенно отражается на самых различных сторонах их физической географии.

Приматериковые районы восточноазиатских морей часто называют эпиконтинентальными, или платформенными. Такое наименование обусловлено тем, что эти районы находятся в области преимущественного развития мезозойских структур, приобретших значительную устойчивость, и характеризуются, как это свойственно платформенным областям морей, широкими шельфовыми зонами со спокойным рельефом дна и повышенным влиянием материкового стока на гидрологический режим и осадкообразование.

Приокеанические районы, наоборот, менее устойчивы. От прилегающих вод Тихого океана они отделяются длинными островными грядами, сменяющимися далее океаническими глубоководными впадинами или желобами. Островные гряды характеризуются высокой сейсмичностью, энергичными проявлениями современного вулканизма, наличием многочисленных действующих вулканов. Представляя собой громадные и относительно узкие горные сооружения сложного строения с большой активностью геотектонических процессов, островные гряды, окаймляющие океаническую периферию краевых морей, могут рассматриваться в качестве современных геосинклинальных областей. Поэтому приокеанические районы краевых морей, в противоположность приматериковым, нередко именуют геосинклинальными. Важными особенностями этих районов являются более молодой геологический возраст, сильнейшая изрезанность их рельефа, резкие контрасты глубин, незначительность развития шельфовой зоны.

Между приматериковыми и приокеаническими районами краевых морей располагаются обширные глубоководные котловины с очень крутой и довольно сложного строения зоной материкового и островного склона¹.

В Беринговом море отмеченные особенности приматериковых и приокеанических районов выражены исключительно резко; в этом отношении Берингово море выделяется среди других восточноазиатских морей.

На любой батиметрической карте Берингова моря видна громадная шельфовая зона, облегающая широкой полосой мелководий все пространство от Чукотского полуострова в Азии до Аляски, включая крайнюю восточную часть Алеутской островной гряды, в Северной Америке. На севере в районе Берингова пролива эта зона смыкается с арктическими шельфами, протянувшимися вдоль северных берегов Евразии и Северной Америки.

Широкий шельф северных и восточных областей Берингова моря примыкает к более древним и геологически устойчивым частям континентальных массивов Чукотки и Аляски, имеющим преимущественно мезозойский возраст. Это так называемый платформенный, или эпиконтинентальный, шельф Берингова моря.

На границе с Тихим океаном расположена Командорско-Алеутская гряда, южнее которой находится Алеутская глубоководная впадина. Вся область гряды характеризуется узкими островными шельфами. Высокая

¹ См. рис. 3 на стр. 132.

тектоническая подвижность района Алеутских островов, их повышенная сейсмичность и современный вулканизм общеизвестны, а неоднократные изменения глубин и очертаний о-ва Иоанна Богослова на востоке Алеутских островов являются одним из наиболее ярких примеров преобразования рельефа под влиянием вулканизма.

Узкая шельфовая зона располагается также у побережья северной Камчатки. Ее строение во многом аналогично строению островных шельфов Командорско-Алеутской гряды. Лишь в месте перехода от камчатского побережья к побережью Корякского хребта шельфовая зона несколько расширяется. Сходство прикамчатского шельфа с шельфом Командорских и Алеутских островов, несомненно, является следствием многих общих черт в их геологической структуре.

Камчатка и Корякское нагорье тоже молодое геологическое образование. Активные геологические процессы, с большой интенсивностью проходившие здесь в недавнем прошлом, сформировавшие в течение третичного и четвертичного периодов современный облик горных сооружений, сопровождались крупными подвижками земной коры, сейсмичностью и вулканизмом, в известной мере сохранившимися и до настоящего времени. Кроме того, вдоль восточного побережья Камчатки расположена северная половина другой глубоководной океанической впадины — Курило-Камчатской, крайняя оконечность которой подходит к юго-западной границе Берингова моря.

Таким образом, шельфы южных и юго-западных областей Берингова моря — это шельфы областей геосинклинального типа; их можно считать геосинклинальными шельфами.

Резкие различия между двумя основными типами берингоморского шельфа — эпиконтинентальным и геосинклинальным — находят отражение во многих особенностях шельфовой зоны.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО МОРФОЛОГИИ БЕРИНГОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Из картографических материалов Берингова моря и данных исследований 1958—1960 гг. видно, что граница зоны шельфа — резко выраженный перегиб дна — располагается на глубине не 200 м, как это часто считают, а на несколько меньшей, в среднем 150 м. Подобное размещение внешней границы шельфовой зоны не является особенностью лишь одного Берингова моря. На таких же глубинах она прослеживается и в других восточноазиатских морях (Охотском, Японском, Восточно-Китайском и др.). Ф. Шипард [24] указывает, что по всему Мировому океану граница шельфа в среднем располагается на глубине 132 м.

В этих пределах, т. е. до глубины 150 м, площадь шельфовой зоны получается несколько меньше, чем это следует из последних опубликованных работ [5, 13]. Согласно подсчетам, в Беринговом море, площадь которого $2\,304\,000\text{ км}^2$ [18], глубины 0—150 м занимают немного менее $1\,000\,000\text{ км}^2$ ($990\,320\text{ км}^2$), или почти 43% площади моря. Суммарная площадь шельфовой зоны в Охотском и Японском морях, вместе взятых, не превышает $760\,000\text{ км}^2$, а вместе с берингоморским шельфом составляет более $1\,750\,000\text{ км}^2$. Из $990\,320\text{ км}^2$ на эпиконтинентальный шельф Берингова моря приходится $857\,620\text{ км}^2$, т. е. 86,6% от общей площади шельфа, на геосинклинальный — $132\,700\text{ км}^2$, т. е. 13,4%. При этом эпиконтинентальный шельф окаймляет приблизительно 6400 км береговой линии Берингова моря, геосинклинальный — 4650 км.

Распределение глубин в пределах всей шельфовой зоны Берингова моря, по имеющимся данным, следующее:

Глубина в м	Площадь в км ²
0—25	184 000
25—50	282 000
50—75	226 870
75—100	158 810
100—125	89 480
125—150	49 160

Ширина шельфовой зоны в разных районах различна. Максимальна она на севере моря, где все пространство от устья р. Анадырь до восточной границы залива Нортон, превышающее 500 миль, находится в пределах шельфа. В районе о-ва Св. Матвея ширина восточно-берингоморского шельфа свыше 400 миль, залива Бристоль — 250—270 миль. Вдоль Корякского побережья ширина шельфа уменьшается с северо-востока на юго-запад и составляет приблизительно 20—60 миль. Очень узки шельфы Командорских и Алеутских островов — от нескольких миль до 10—25 миль.

Важной особенностью шельфовой зоны в районе Командорско-Алеутской островной гряды является разобщенность островных шельфов на несколько групп, обусловленная общим разделением всего горного сооружения на ряд массивов. Эти массивы и их шельфовые площадки отделены один от другого глубокоководными проливами, через которые происходит водообмен между Беринговым морем и Тихим океаном. Вдоль всего остального побережья Берингова моря зона шельфа непрерывна.

В берингоморских шельфах можно наметить три части, существенно различающиеся по строению, глубине и ряду других особенностей.

Выделяется прибрежная часть шельфовой зоны, расположенная на глубине до 30—50 м и характеризующаяся сравнительно быстрым увеличением глубин и наиболее интенсивным воздействием морского волнения, приливных течений и твердого стока суши на рельефообразующие и иные процессы. Основой этой части является подводный береговой склон [9, 12, 14].

Вторая часть — это центральная часть шельфа. Она занимает глубины от 30—50 до 120 м, площадь ее в пределах всех шельфов максимальна, а изменения глубин особенно постоянны. Роль морского волнения в происходящих здесь процессах уже не так велика. В противоположность этому возрастает значение течений.

Третья часть зоны — внешняя. Она занимает район с глубинами от 120 до 150 м, как правило, узка и характеризуется наибольшим уклоном дна. Волнение здесь воздействует еще меньше, а во многих случаях его влияние вообще не сказывается. Наряду с морскими течениями проявляется деятельность вод, участвующих в процессах перемешивания в зоне материкового и островного склона и заходящих иногда на шельф с его внешней стороны.

Соотношение между всеми частями зоны различно в отдельных районах моря (рис. 3). Наибольшую изменчивость испытывает центральная часть. В узких геосинклинальных шельфах ее может не быть вообще, и шельфовая площадка, окаймляющая острова или некоторые материковые участки, состоит тогда лишь из прибрежной и внешней частей, переходящих друг в друга (рис. 3, г). В эпиконтинентальном, или платформенном, шельфе прибрежная и внешняя части занимают относительно меньшую площадь, а центральная часть, наоборот, составляет его основу.

Рассматривая воздействие морских факторов на формирование специфических особенностей рельефа шельфовой зоны, следует выделить

процессы, происходящие в прибрежной части шельфа на подводном береговом склоне, создающие его характерный профиль [9]. Можно предположить, что именно здесь в результате интенсивной абразионно-аккумулятивной деятельности главным образом под воздействием волнения закладывается основа профиля шельфа. Последующие изменения уровня моря и миграция береговой линии приводят к перемещению прибрежной части шельфа и изменению площади всей его зоны. При этом в случае значительного повышения уровня более или менее выровненная часть дна, образовавшаяся в результате абразионно-аккумулятивных процес-

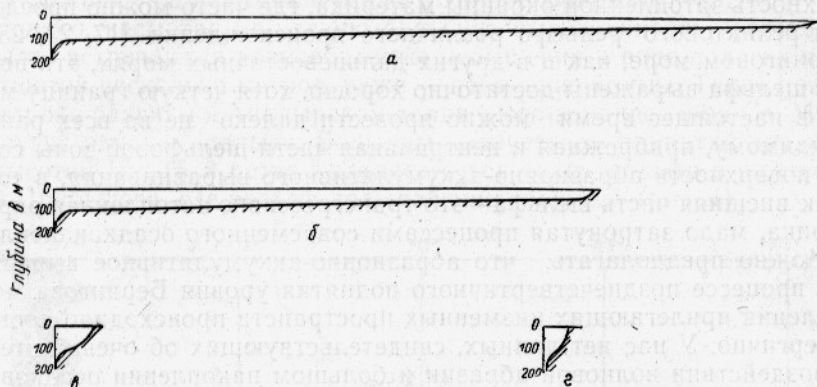


Рис. 3. Схематические профили дна шельфа:

а — эпиконтинентальный шельф у низменных побережий; б — то же, у гористых побережий; в — геосинклинальный шельф с прибрежной, центральной и внешней частями; г — то же, но с непосредственным переходом прибрежной части во внешнюю.

сов в прибрежной части, может оказаться глубже полосы максимального действия волн и в дальнейшем будет преобразовываться уже преимущественно при участии морских течений.

Как известно, в течение четвертичного периода колебания уровня моря были неоднократными и довольно значительными. Затопление обширных площадей суши с рельефом субэвразального или тектонического происхождения или осушение дна при регрессиях моря было ведущим фактором в создании современной конфигурации и современного рельефа [3, 10, 22, 26, 29]. Особенно существенное влияние эти процессы оказывали на эпиконтинентальный шельф; для геосинклинальных шельфовых областей роль колебаний уровня моря была несколько меньшей.

Следовательно, во взаимодействии эндогенных и экзогенных факторов, создающих рельеф современного шельфа, на первый план выступают последствия явления общепланетарного масштаба — колебания уровня Мирового океана в связи со сменой периодов оледенений. Наблюдаемые в настоящее время очертания шельфа — это не только результат непосредственного воздействия морских агентов на дно, но и следствие преобразования ими рельефа прилегающей суши в ходе позднечетвертичной трансгрессии моря.

Внешний край шельфа — крупный структурный элемент тектонического происхождения; центральная часть образована в основном за счет трансгрессивно затопленных площадей прилегающей суши, прибрежная — послеледниковыми и современными береговыми процессами. В каждом районе многие характерные черты шельфов в зависимости от климата, гидрологического режима и иных факторов приобретают специфическую направленность [24, 29], и их изучение позволяет более глубоко вскрывать роль наземных и морских условий в

рельефообразующих, осадкообразующих и иных процессах, происходящих на шельфе. При этом воздействие климата и морских факторов, как бы оно ни было существенно, всегда в значительной степени зависит от геолого-геоморфологических особенностей зоны.

Основываясь на результатах геоморфологического анализа промерных данных по шельфам, ряд авторов различает в пределах шельфовой зоны две генетические поверхности: поверхность абразионно-аккумулятивного выравнивания, которая образовалась в течение периода эвстатического поднятия уровня Мирового океана и связанных с ним морей, и поверхность затопленной окраины материка, где часто можно проследить следы реликтового рельефа различного происхождения [17, 23, 25, 30]. В Беринговом море, как и в других дальневосточных морях, эти поверхности шельфа выражены достаточно хорошо, хотя четкую границу между ними в настоящее время можно провести далеко не во всех районах. По-видимому, прибрежная и центральная части шельфовой зоны составляют поверхность абразионно-аккумулятивного выравнивания, в то время как внешняя часть шельфа—это трансгрессивно затопленная окраина материка, мало затронутая процессами современного осадконакопления.

Можно предполагать, что абразионно-аккумулятивное выравнивание в процессе позднечетвертичного поднятия уровня Берингова моря и затопления прилегающих низменных пространств происходило достаточно энергично. У нас нет данных, свидетельствующих об очень интенсивном воздействии волновой абразии и большом накоплении осадков и их сглаживающем влиянии на первоначальный рельеф дна, но нет сомнения в том, что многие характерные особенности субаэрального рельефа, оказавшегося под водой, сnivelированы.

В ряде случаев рельеф дна шельфовой зоны Берингова моря оказывается более простым, чем рельеф участков суши со сходным геологическим строением. Видимо поэтому мы не можем пока надежно проследить на беринговоморском шельфе продолжения даже наиболее крупных речных долин, которые ранее должны были оканчиваться значительно дальше в сторону моря, чем сейчас. Это касается и Палеоюкона, и Палеоанадыря, чьи древние долины в пределах современного беринговоморского шельфа не выражены. Таким образом, интересные заключения о прошлом этих рек, сделанные Г. У. Линдбергом [15] по старым навигационным картам, пока не находят убедительных подтверждений. Такой же вывод был получен при работах в западной части Берингова моря [5]. Очевидно, история устьевых участков многих рек Берингова моря (и других дальневосточных морей) была весьма сложной и без детального и глубокого изучения рельефа и осадочной толщи шельфа ее трудно восстановить, тем более, что повышения и понижения уровня моря в четвертичное время происходили неоднократно.

РЕЛЬЕФ ДНА И СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЭПИКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Рельеф дна эпиконтинентальной части беринговоморского шельфа своим разнообразием и изменчивостью хорошо подтверждает ошибочность тех представлений, согласно которым дно шельфовой зоны только плоское и ровное и глубины изменяются плавно от берега в сторону материкового склона. Чем подробнее мы исследуем каждый шельф, тем сложнее и многообразнее оказывается его рельеф.

Эпиконтинентальный шельф в пределах Берингова моря характеризуется большой выровненностью дна. На громадных пространствах уклоны дна ничтожны — около 1—2'. Лишь в прибрежной и внешней час-

тях шельфа они возрастают до 5—10' и более. Внешняя кромка шельфа проходит с северо-запада на юго-восток от м. Наварин к островам Крепицына, несколько приближаясь к берегу в районе островов Прибылова и залива Бристоль. Эта кромка расположена в виде чередующихся уступов, западная граница которых имеет приблизительно меридиональное направление, южная — близкое к широтному. Весьма характерны пологие и крупные ложбины на севере, в центре и на юге эпиконтинентального шельфа. Они выражены в изгибах изобат в сторону берега; наблюдается связь северной ложбины с понижением дна в Анадырском заливе, южной — с понижением дна в заливе Бристоль.

Однако, несмотря на такую большую выровненность рельефа, на дне часто встречаются разнообразные повышения в виде пологих поднятий высотой несколько метров, реже — невысокие холмы. Такие повышения широко развиты в Анадырском заливе, юго-западнее о-ва Св. Матвея и в других районах шельфа. Большим количеством поднятий дна и холмов высотой 10—15 м резко выделяется вся часть шельфа в районе островов Прибылова, где рельеф дна особенно сложный (рис. 4).

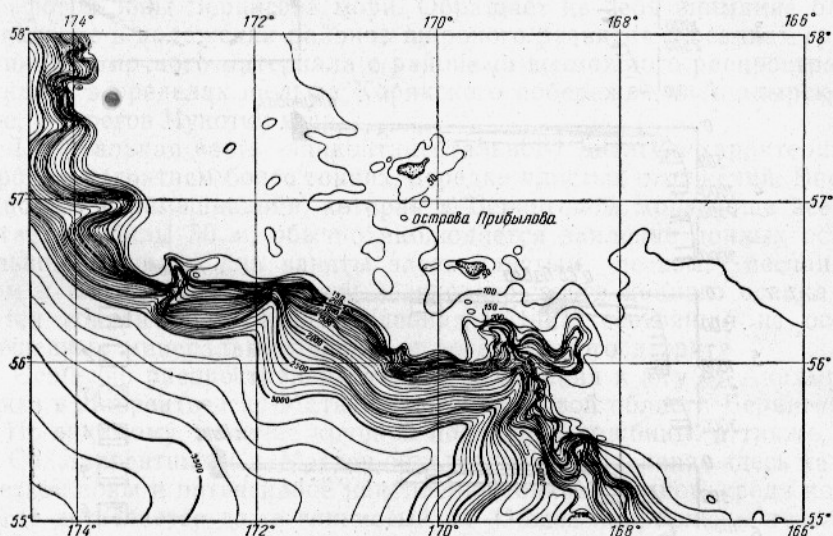


Рис. 4. Схематическая батиметрическая карта района островов Прибылова.

Рельеф шельфовой зоны изменяется не только по мере перехода от одной области к другой, отличающейся своим геологическим строением, но и при переходе от прибрежных глубин к внешнему краю зоны, который сменяется далее материковым склоном. Наиболее часты такие изменения в прибрежной и внешней частях шельфа, отличающихся к тому же большими уклонами дна. Волновые процессы, приливные течения и осаднение материала, принесенного с суши, приводят к появлению довольно многочисленных форм мезорельефа прибрежной части шельфа. Так, мы наблюдаем отдельные небольшие повышения дна и депрессии близ дельты р. Юкона, гряды и ложбины в бухте Кускоквим и на севере залива Бристоль, на подводном береговом склоне Анадырского залива, п-ва Сьюард и в других местах. Прибрежная часть эпиконтинентального шельфа занимает наиболее значительные площади у побережья Аляски. Она заметно сужается у гористых берегов Чукотки и п-ва Сьюард.

Ряд повышений дна имеется на внешнем крае шельфа, особенно к западу и северо-западу от островов Прибылова (см. рис. 4). Некоторые

из них располагаются почти на самой кромке шельфовой зоны. Кроме того, согласно новым данным, на многих участках внешний край эпиконтинентального шельфа расчленен вершинами подводных долин, расположенных в основном в зоне материкового склона.

Центральная, наиболее обширная часть эпиконтинентального шельфа отличается меньшим развитием форм мезорельефа. Помимо круп-

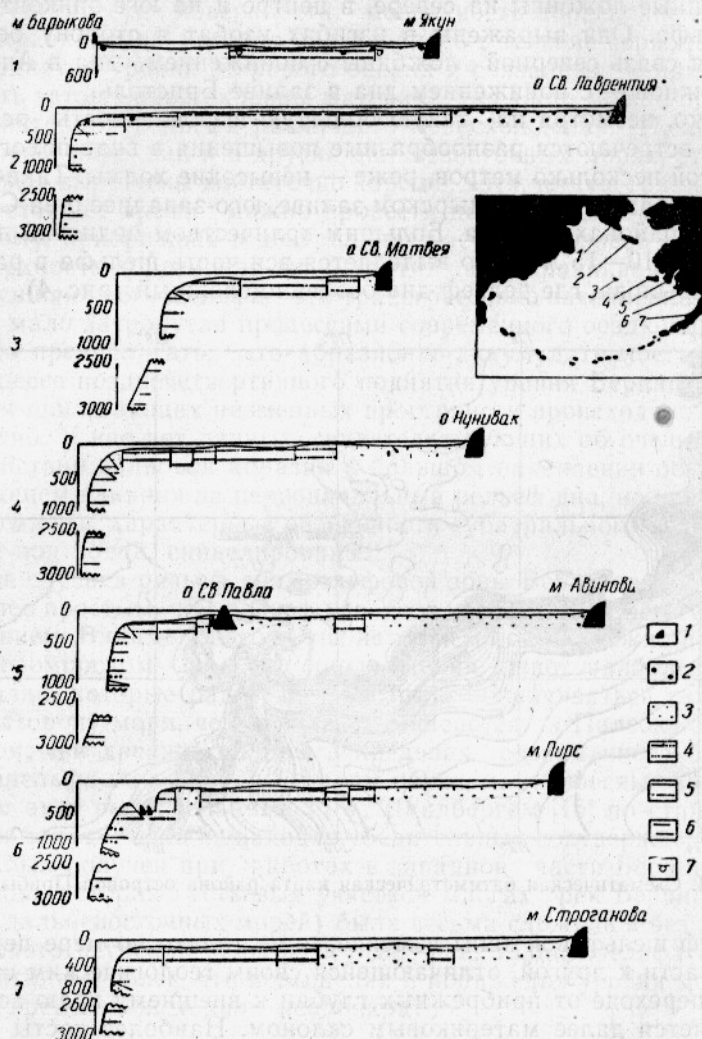


Рис. 5. Литологические профили современных осадков эпиконтинентального шельфа Берингова моря:

1 — скала; 2 — галька, гравий; 3 — песок; 4 — илистый песок; 5 — песчаный ил; 6 — ил; 7 — ракушка.

ных ложбин и островов с цокольными поднятиями дна, здесь наблюдается сравнительно небольшое количество очень пологих поднятий и понижений дна, еще недостаточно изученных.

Весьма своеобразны современные донные отложения эпиконтинентального шельфа (рис. 5), представленные разнообразными гранулометрическими типами терригенных осадков. Мощность их вне прибрежных районов изменяется от 30 см до нескольких метров, возрастая от внешней части шельфа и района островов Прибылова на север и в сторону

побережья. Цвет осадков зеленовато-серый. Только у дельты р. Юкона и вблизи берегов осадки окрашены в серый цвет.

Донные отложения прибрежной части эпиконтинентального шельфа — это главным образом мелкий и пылеватый песок, реже илистый песок, в ряде случаев с рассеянной галькой и гравием. Лишь в районе гористых побережий Чукотки, п-ва Сьюард и некоторых других, где прибрежная часть более сужена, встречаются грубые грунты — скалистые обнажения дна, валунные и галечные осадки. Они расположены обычно пятнами на ограниченной площади и лишь в тех участках, где подвижность вод из-за волнения и приливных течений максимальна.

Важным поставщиком каменного материала оказываются льды и в значительно меньшей степени плавающие морские водоросли, которые разносят валуны, гальку и другие обломки на значительные расстояния от берега. Наряду с этим в ряде северных районов Берингова моря грубо- и крупнообломочный материал накапливается в осадках в результате перебива древних отложений ледникового происхождения, образовавшихся в четвертичное время, когда ледники занимали часть современной шельфовой зоны Берингова моря. Обращает на себя внимание близкое совпадение в положении районов широкого развития в осадках грубо- и крупнообломочного материала с районами возможного распространения ледников в пределах шельфа Корякского побережья, в Анадырском заливе, у берегов Чукотки и др.

Центральная часть эпиконтинентального шельфа характеризуется широким развитием более тонких, нередко илистых отложений. Вне зоны волнового перемешивания, которая в Беринговом море чаще всего достигает глубины 50 м, обычно наблюдается заиление донных осадков. Большие площади дна заняты здесь илистым песком, песчаным илом и илом. На поверхности зеленовато-серого донного осадка появляется тонкая буроватая окисленная пленка, состоящая из осевших взвешенных минеральных частиц и органического детрита.

Особенно распространены тонкие отложения к югу от Анадырского залива в Лаврентьевско-Матвеевской шельфовой области Берингова моря. По-видимому, наличие крупной подводной ложбины, а также островов Св. Лаврентия и Св. Матвея обуславливает появление здесь халистатической зоны и интенсивное накопление тонких осадков, среди которых иногда встречается даже глинистый ил. Общее направление течений на востоке Берингова моря способствует приносу сюда тонкого обломочного материала из южных областей эпиконтинентального шельфа¹. Менее обширные области развития тонких осадков наблюдаются к северу от островов Прибылова и в подводной ложбине, заходящей в залив Бристоль. Участок к востоку от островов Прибылова характеризуется более глубоким залеганием песка и илистого песка, которые резко преобладают над тонкими отложениями ввиду повышенных скоростей течения в этом районе. Как правило, осадки центральной части эпиконтинентального шельфа лишены примесей — грубо- и крупнообломочных частиц.

Важным результатом исследований 1958—1960 гг. является установление в Беринговом море, как и в некоторых других восточноазиатских морях [7, 24], полосы крупных осадков почти вдоль всей внешней части эпиконтинентального шельфа. Это обусловлено не только большой крутизной дна и своеобразием гидродинамического режима, затрудняющего осадконакопление на внешней кромке шельфа, но и несколько иным ходом седиментации до эвстатического повышения уровня Мирового океана в позднеледниковое время. Современная внешняя

¹ См. рис. 4 на стр. 134.

часть шельфа была тогда гораздо ближе к материку и характеризовалась приблизительно такими же осадками, какие встречаются в настоящее время в прибрежной части шельфа¹.

Аналитические данные свидетельствуют, что содержание таких важных компонентов морских осадков, как органическое вещество, железо, аутигенная кремнекислота, связано главным образом с их гранулометрическим составом и количеством частиц менее 0,01 мм (табл. 1).

Таблица 1

Номер станции	Глу- бина в м	Гранулометрический состав в % современных осадков эпиконтинентальной части берингово- морского шельфа (фракции в мм)					Компоненты химического состава осадков в %			
		>0,25	0,25— 0,10	0,10— 0,05	0,05— 0,01	<0,01	SiO ₂ аути- генная	С органи- ческий	Fe ₂ O ₃	MnO
Район о-ва Св. Лаврентия										
147 (ж)	57	—	0,54	56,58	21,54	21,34	3,86	0,66	3,89	0,04
140 (п)	78	—	0,21	19,96	42,49	37,34	8,32	1,55	4,66	0,04
138 (п)	86	—	0,34	7,85	26,27	65,54	—	—	—	—
136 (п)	112	—	0,47	16,98	31,60	50,95	13,96	1,49	4,95	0,03
134 (п)	168	—	3,18	32,52	28,41	35,89	7,89	0,96	3,96	—
125 (ж)	197	21,41	31,14	27,80	7,28	12,37	3,07	0,37	3,69	0,04
Район о-ва Св. Матвея										
94 (п)	27	—	54,33	41,73	1,57	2,37	—	—	—	—
95 (п)	31	—	14,45	64,16	15,61	5,78	1,22	0,47	3,45	—
96 (п)	45	—	0,58	26,16	50,58	22,68	—	—	—	—
98 (п)	53	—	—	—	—	—	4,52	0,65	4,10	0,05
100 (п)	63	—	Следы	7,73	41,53	50,94	5,63	1,32	4,92	—
169 (ж)	92	—	1,46	19,38	37,31	41,85	10,61	1,15	4,39	0,05
172 (ж)	113	—	2,84	46,02	32,28	22,82	6,49	0,59	3,77	0,05
174 (ж)	139	—	8,52	74,17	7,78	9,13	3,81	0,35	3,18	0,03
Район к югу от островов Прибылова										
225 (ж)	36	14,85	75,87	7,89	0,23	1,16	0,69	0,22	3,07	—
229 (ж)	48	2,67	32,89	61,77	0,88	1,79	0,70	0,27	3,02	—
65 (ж)	67	—	4,87	51,61	29,94	13,58	—	—	—	—
66 (ж)	75	—	7,11	53,03	26,07	13,79	3,96	0,48	3,81	0,06
68 (ж)	109	—	9,45	42,95	28,35	19,25	—	—	—	—
69 (ж)	135	—	8,59	65,33	10,03	16,05	4,02	0,45	4,56	0,05
70 (ж)	140	4,99	23,25	60,88	2,88	8,00	—	—	—	—

Примечание. (ж) — станция э/с «Жемчуг» в 1958 г., (п) — станция э/с «Первенец» в 1959 г. Размещение станций показано на рис. 2 в статье «Новые данные о современных отложениях Берингова моря».

В песке обычно содержится около 0,3% органического углерода, 3—4% Fe₂O₃, 2—3% аутигенной кремнекислоты; в иле — до 1,5—1,8% органического углерода, 5—5,5% Fe₂O₃, 8—10% аутигенной кремнекислоты. Низкая температура воды обуславливает бескарбонатность осадков, хотя изредка в донных отложениях прибрежной части шельфа наблюдается включение ракуши.

РЕЛЬЕФ ДНА И СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА

Геосинклинальные шельфовые области, окаймляющие южные и юго-западные берега Берингова моря, различаются больше, чем эпиконтинентальные. Это объясняется не только сложностью геологического

¹ См. рис. 7 на стр. 144.

строения геосинклинальных областей, но и тем, что весь ход абразионно-аккумулятивного выравнивания под действием морских факторов часто не приводит к глубокому изменению начальных неровностей рельефа.

Абразионные процессы в геосинклинальных шельфах весьма интенсивны. Этому благоприятствует расположение шельфов, открытых для большинства волн, которые в смежных глубоководных областях достигают больших размеров. Существенной абразионной деятельностью характеризуются также приливные течения, скорость которых в проливах Алеутских островов иногда достигает 6—7 узлов и более [16]. Поступление осадочного материала с суши невелико. В этих условиях абразионные процессы, как бы они ни были значительны, не могут сгладить и существенно преобразовать рельеф шельфовой зоны, тем более, что в основном они проявляются в пределах ее прибрежной части. Наиболее ярким доказательством этого являются очень узкие, иногда не более 1—2 миль, шельфовые площадки у появившихся сравнительно недавно островов-вулканов (Горелый, Конюжий, Касаточий и др.); такие абразионные площадки наглядно иллюстрируют современный темп образования абразивного шельфа.

Для рельефа геосинклинальных шельфов Берингова моря характерна большая изрезанность и расчлененность внешнего края шельфовой зоны и значительные контрасты глубин в самых различных ее частях. Весьма многочисленны банки, отмели, в ряде районов—фиорды и бухты. Особенно сложен рельеф островных шельфов Командорско-Алеутской гряды. Показательно, что во всех частях геосинклинального шельфа (прибрежной, центральной и внешней) встречаются многообразные формы мезорельефа — как положительные, так и отрицательные. Такой рельеф дна способствует частому изменению гидродинамических условий и «пестроты» осадочного покрова.

Пространственная изменчивость донных отложений и преобладание грубых осадков в связи с высокой подвижностью вод является важнейшей отличительной чертой осадочного покрова геосинклинальных шельфов. Чаше, чем в эпиконтинентальных шельфовых областях, встречаются скалистые и каменистые грунты. Под влиянием более высоких температур южных районов Берингова моря возрастает количество карбонатных органогенных остатков, ракуши, мшанок и др. Тонкие осадки наблюдаются только в заливах, фиордах и бухтах, где создаются замкнутые и полужамкнутые циркуляции вод, степень подвижности которых резко уменьшается. В качестве примера, иллюстрирующего осадочный покров в некоторых участках геосинклинального шельфа Берингова моря, можно привести характеристики грунта, полученные на некоторых станциях в районе шельфа Командорских и Крысьих островов.

Глубина в м	Характеристика грунта
Район Командорских островов	
59	Мелкие валуны, покрытые литотамнием и другими органическими обрастаниями
123	Скала
187	Тонкий слой смешанного осадка из песка, гравия, мелкой гальки и ракушечного детрита на скалистом дне
Район Крысьих островов	
30	Скала
60	Скала, органические обрастания
71	Плохо окатанная галька на скалистом дне

- 262 Мелкие валуны и галька с органическими обрастаниями
386 Тонкий слой гравия и разнозернистого песка на скалистом дне

В табл. 2 приведены результаты гранулометрического анализа проб осадков, полученных в районе Алеутских островов в 1960 г.

Таблица 2

Номер станции	Глубина в м	Гранулометрический состав в % современных осадков в районе шельфа Алеутских островов (фракции в мм)								
		> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,50	0,50-0,25	0,25-0,10
52	18	—	—	—	—	—	0,12	1,92	30,72	60,33
21	120	—	0,68	2,76	13,04	20,76	42,91	18,26	0,85	0,19
31	126	5,17	13,65	12,58	15,69	12,72	24,06	15,69	0,32	0,03
										< 0,10
										6,87
										0,29
										0,03

Широкое развитие вулканических пород в областях суши, прилегающих к геосинклинальным шельфам, и современный пирокластический материал обуславливают обогащение донных осадков вулканическими продуктами (рудными минералами, обломками эффузивов, вулканическим стеклом и др.). В результате этого в ряде районов, особенно на востоке Алеутских островов, мы встречаем появление смешанных терригенно-вулканогенных осадков, чаще всего темно-зеленого цвета. Мощность современных осадков в пределах геосинклинальных шельфов Берингова моря, как правило, крайне мала. По-видимому, в большинстве районов наблюдается не столько аккумуляция осадочного материала, сколько его перемыв и размыв ранее отложенных осадков или коренного дна. Плащ современных отложений, сглаживающих неровности дна, образуется лишь в некоторых понижениях и депрессиях дна и в целом для геосинклинального шельфа малохарактерен.

Небольшая мощность современных осадков в большинстве областей геосинклинального шельфа хорошо увязывается с ограниченностью площадей, откуда поступает осадочный материал, узостью и крутизной шельфа и значительной подвижностью вод, легко уносящих различные частицы в более глубоководные зоны.

Иная картина наблюдается в эпиконтинентальных шельфовых областях, где осадочный материал поступает с несравнимо больших площадей прилегающей суши, а условия для осаждения частиц осадка в силу меньшей подвижности вод гораздо более благоприятны. Нельзя не учитывать также, что наиболее крупные реки бассейна Берингова моря — Юкон, Анадырь и Кукоковим — и большинство мелких впадают в море в пределах эпиконтинентального шельфа.

Подобное распределение осадочного материала наблюдается не только в Беринговом море. Вместе с другими особенностями седиментации эпиконтинентальных и геосинклинальных шельфовых областей оно представляет большой интерес для понимания хода осадконакопления в морских геосинклинальных и платформенных районах и должно быть предметом специального изучения.

Содержание органического углерода в песчаных или слабозаиленных осадках геосинклинального шельфа обычно невелико и достигает чаще всего 0,5—0,7%, а концентрация Fe_2O_3 , несмотря на малое содер-

жание мелкой фракции, благодаря участию вулканогенных компонентов, возрастает до 6—9% (табл. 3). Количество карбонатов может превышать 5%.

Таблица 3

Номер станции	Глубина в м	Компоненты химического состава в % современных осадков шельфа Алеутских островов			
		SiO ₂ аутигенная	С органический	Fe ₂ O ₃	MnO
52	78	2,23	0,59	8,59	0,18
31	126	3,37	0,22	8,38	0,15

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЭПИКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ И ГЕОСИНКЛИНАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ БЕРИНГОВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА В СВЯЗИ С РЫБОПРОМЫСЛОВЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

Отмеченные особенности эпиконтинентальных и геосинклинальных шельфовых областей Берингова моря свидетельствуют о том, что при значительно меньшей площади, занимаемой геосинклинальными шельфами, они нередко выделяются большим разнообразием форм рельефа, донных осадков и других природных условий. Это обстоятельство имеет важное значение при организации и проведении научно-поисковых и промысловых работ.

Большой интерес представляют связи, которые намечаются между некоторыми чертами эпиконтинентальных и геосинклинальных шельфов с рядом гидробиологических характеристик Берингова моря.

Исследования бентоса восточных областей Берингова моря, выполненные А. А. Нейман, свидетельствуют о зависимости распределения общих и кормовых биомасс от распределения донных осадков [19]. Наиболее высокими биомассами донных организмов эпиконтинентального шельфа характеризуются участки развития тонких отложений в его центральной части: кормовые биомассы могут достигать здесь 50—100 г/м² и более. В прибрежной и внешней частях они значительно ниже, поскольку здесь залегают, как мы видели, более грубые осадки. То же самое наблюдается в тех районах центральной части шельфа, где благодаря большим скоростям течений развиты песчаные или слабозаиленные осадки (например, к востоку от островов Прибылова).

Таково же в основных чертах распределение средних общих биомасс бентоса восточно-берингоморского шельфа [19].

Как показали исследования В. В. Натарева, одной из характерных особенностей эпиконтинентального шельфа на востоке и юго-востоке Берингова моря является наличие обширного пятна холодных придонных вод нередко с температурой ниже 0°С почти в течение всего года. Это пятно находится в центральной части шельфа. Такое положение его обусловлено в значительной степени тем, что летом в центральной части шельфа на глубине 50—100 м средняя температура придонных слоев повышается за счет прогретых поверхностных вод под действием волнового перемешивания гораздо медленнее, чем в более мелководной прибрежной части шельфа. В то же время теплые тихоокеанские воды, омывающие дно материкового склона и прилегающей к нему внешней части шельфовой зоны, далеко не везде проникают в центральную часть. Подобное распределение придонных температур приводит к то-

му, что в прибрежной и внешней частях восточно-беринговоморского шельфа (рис. 6) развиты биоценозы бореального комплекса бентосных организмов, тогда как в центральной части встречаются значительно более холододолюбивые биоценозы нижнеарктического комплекса [19, 20].

А. А. Нейман удалось также установить, что в прибрежной части шельфа развиты главным образом биоценозы фильтрующих организмов,

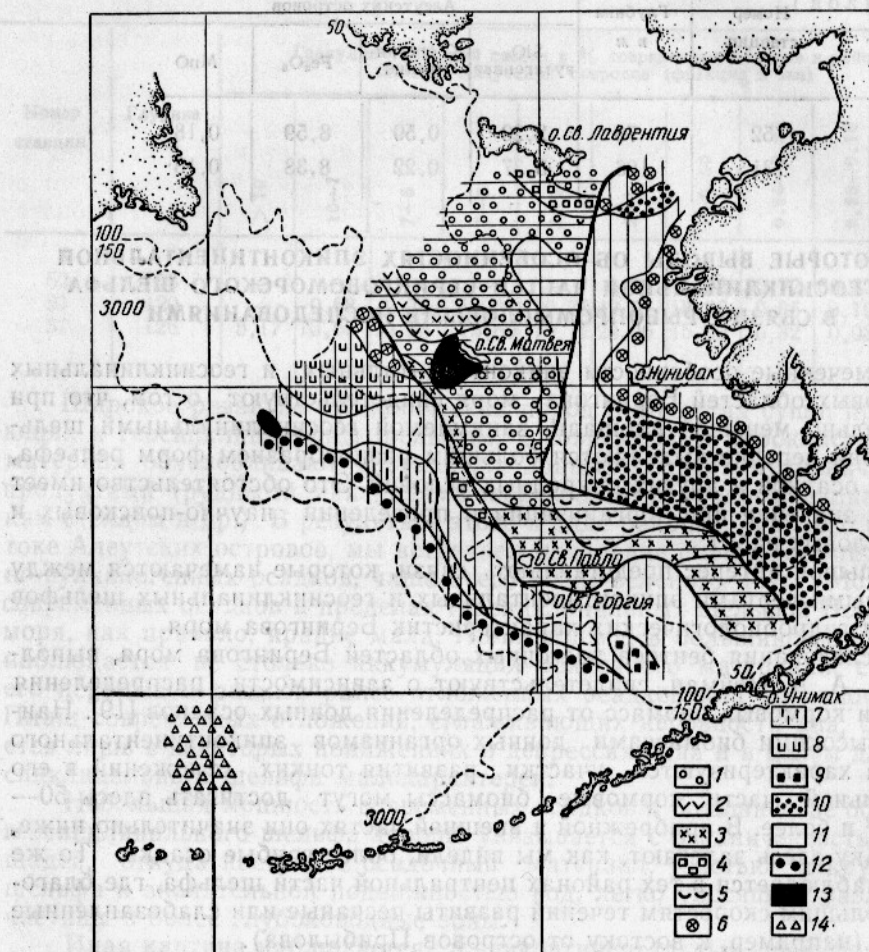


Рис. 6. Схема распределения комплексов и биоценозов в восточной части Берингова моря (по А. А. Нейман):

1 — *Macoma calcarea*; 2 — *Leda*; 3 — *Ophiura sarsi*; 4 — *Cardium groenlandicum*; 5 — *Cucumaria calcigera*; 6 — *Echinarachnius parma*; 7 — *Chiridota* sp.; 8 — *Joldia traciaformis* + *Ctenodiscus crispatus*; 9 — *Ctenodiscus crispatus*; 10 — *Venericardia crebricostata*; 11 — *Polychaeta*; 12 — *Brisaster* sp. + *Ophiura leptotenaria*; 13 — обростания; 14 — стеклянные губки. Горизонтальной штриховкой обозначен холодноводный низкоарктический комплекс, вертикальной — тепловодный бореальный комплекс.

в центральной части — собиратели, во внешней — биоценозы глотающих и фильтрующих организмов. В основном такое распределение обусловлено гранулометрическим составом донных осадков.

В геосинклинальных шельфовых областях Берингова моря, где преобладают жесткие и грубые грунты, общая биомасса часто выше, а кормовая биомасса редко превосходит соответствующие биомассы в обла-

тях эпиконтинентального шельфа [2, 8]. К тому же площади геосинклинальных шельфов несравнимо меньше. Поэтому общее количество кормовых донных организмов и, следовательно, кормовая база донных рыб, как правило, в геосинклинальных шельфовых областях должны быть значительно ниже. В то же время в силу многообразия условий в пределах геосинклинального шельфа всегда можно найти участки с богатым кормовым бентосом. Так, в частности, в геосинклинальном шельфе северо-западных районов залива Аляска, изученном в 1960 г., имеется значительное количество подобных участков. В связи с преобладанием грубых осадков среди донных организмов геосинклинального шельфа преобладают фильтраторы (рис. 7). Собиратели и глотающие организмы распространены меньше [20].

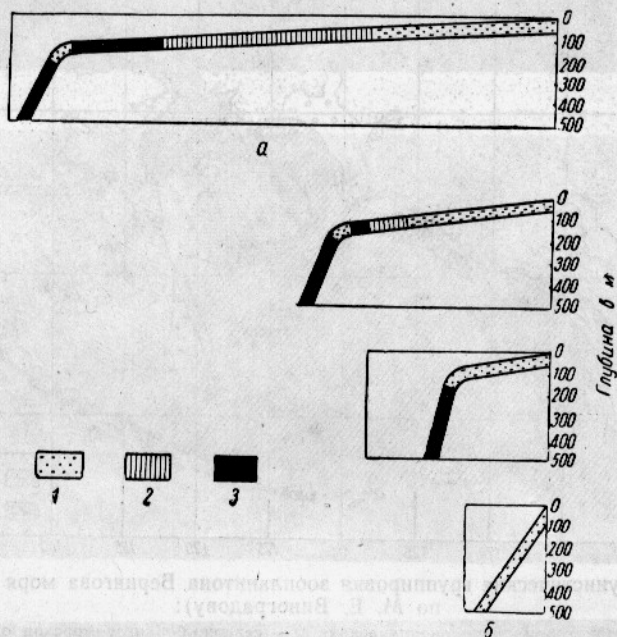


Рис. 7. Схема распределения трофических зон на разных типах шельфов Берингова моря (по А. А. Нейман):

а — эпиконтинентальный шельф; б — геосинклинальные шельфы различной ширины: 1 — организмы, фильтрующие детрит из придонных слоев воды; 2 — организмы, собирающие детрит с поверхности грунта; 3 — организмы, заглатывающие грунт без выбора.

В распределении планктона также можно наметить некоторые специфические связи с основными морфологическими частями шельфовой зоны Берингова моря. Данные М. Е. Виноградова [4] свидетельствуют, что фаунистические группировки зоопланктона в шельфовых областях Берингова моря распределены неодинаково. На эпиконтинентальном шельфе широко распространены неритические группировки, которые занимают главным образом прибрежную часть шельфа с более опресненными водами. В центральной части также имеются неритические группировки, но состав их несколько иной ввиду изменчивости температуры воды в направлении с севера на юг. Внешняя часть шельфа является областью развития океанических группировок зоопланктона. В геосинклинальных шельфах неритические группировки быстро сменяются океаническими, роль которых в составе зоопланктона шельфовых вод

в силу более значительного воздействия вод открытого моря, по-видимому, более заметна. Однако в некоторых районах, в частности на западе Берингова моря, возможны случаи, когда узкая шельфовая зона занята неритическими группировками (рис. 8). Разумеется, пространственная и сезонная изменчивость зоопланктона может существенно изменять эту обобщенную схему.

Применение подводного фотографирования позволило установить, что поверхность дна шельфовой зоны Берингова моря обычно мелкобугристая (рис. 9, а, б). В большинстве случаев высота бугров достигает

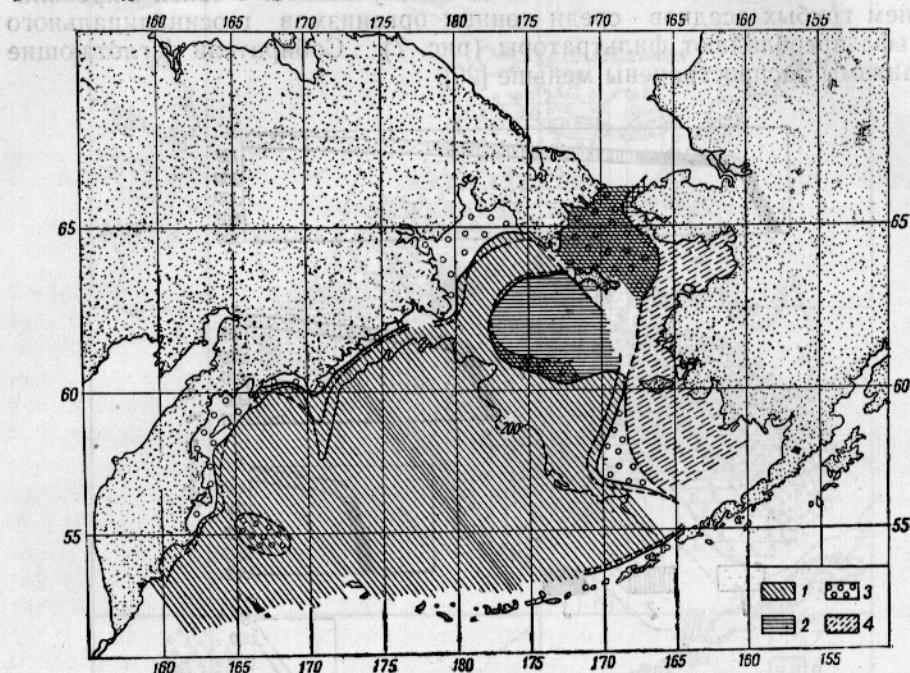


Рис. 8. Фаунистические группировки зоопланктона Берингова моря (для лета, по М. Е. Виноградову):

1 — южно-беринговоморская океаническая; 2 — северо-беринговоморская океаническая; 3 — западная неритическая; 4 — восточная неритическая.

5—10 см, а ширина — нескольких десятков сантиметров. Бугры образуются либо в результате жизнедеятельности бентосных организмов, либо при перераспределении донного осадка вокруг каменных обломков придонными движениями воды. Наряду с буграми встречаются небольшие ямки, ходы червей, знаки ряби. Для поверхности геосинклинального шельфа весьма характерны останцы прочных пород. На многих участках шельфа встречаются валуны на банках и рифах, скалистые обнажения, неровные понижения в коренном дне в виде ванн и блюдец, небольшие коралловые постройки и скопления организмов (рис. 9, в). Это делает микрорельеф геосинклинальных шельфовых областей крайне сложным, что постоянно приходится иметь в виду при проведении тра-ловых работ.

Данные подводного фотографирования свидетельствуют о том, что существующие представления о поверхности морского дна как совершенно ровной неверны. Даже в эпиконтинентальных областях, где уклоны дна часто ничтожны, наблюдается четко выраженный микрорельеф, а в ряде случаев и связанная с ним микрокомплексность поверхностного осадка. Возможно, что при дальнейших подробных исследованиях уда-

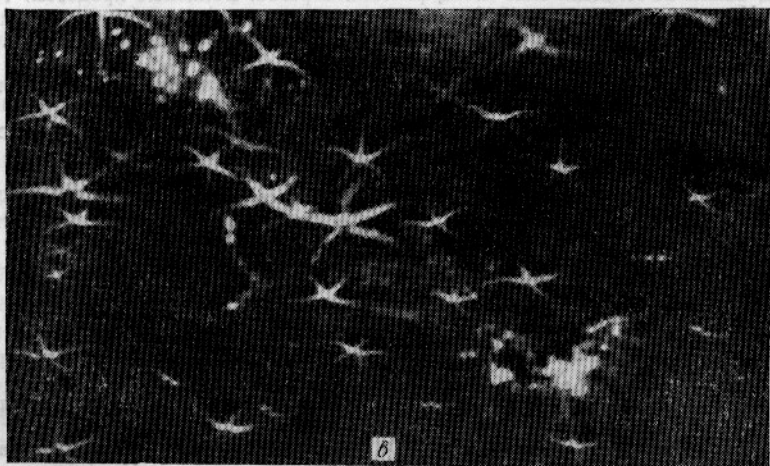
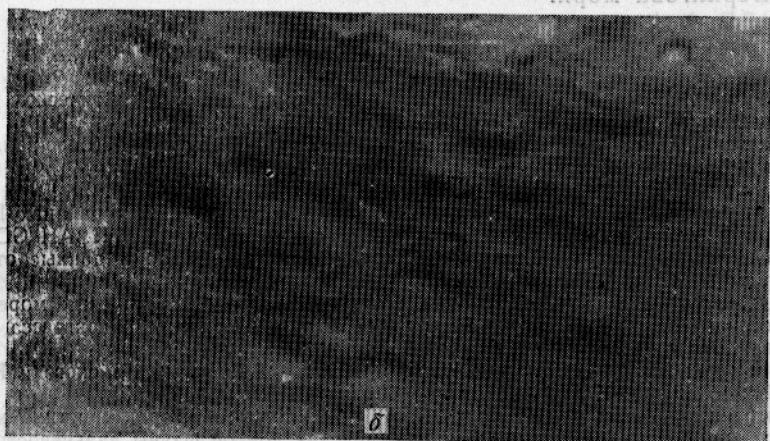
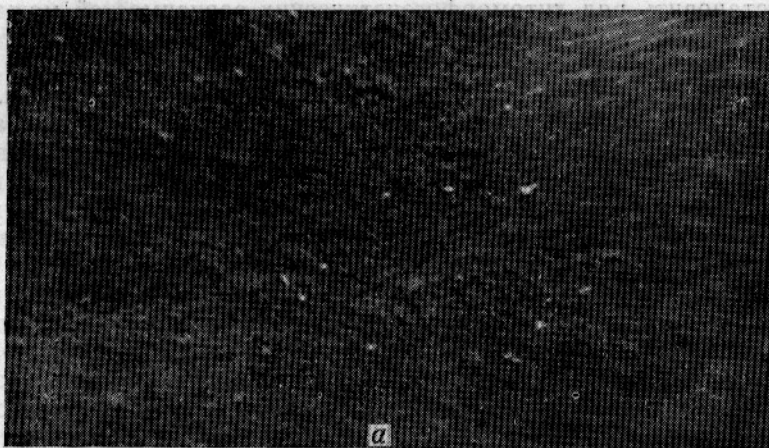


Рис. 9. Поверхность дна:

а — эпиконтинентального шельфа — илистый песок с гравием и мелкой галькой и редкой ракушей в районе островов Прибылова; *б* — эпиконтинентального шельфа — ил к югу от островов Прибылова; *в* — геосинклинального шельфа в районе о-ва Уника — морские звезды и кораллы на скалистом дне. Фото В. С. Бортникова.

стся установить ряд литоморфогенетических зависимостей между деталями поверхностного рельефа дна и залегающими на элементах микро-рельефа донными осадками и организмами. Совершенно очевидно, что участие бентосной фауны в создании микрорельефа и микрокомплексности осадков значительно больше, чем это можно было предполагать.

Характеристики рельефа и современного осадочного покрова шельфовой зоны убедительно свидетельствуют, что районы эпиконтинентального шельфа повсеместно благоприятны для донных траловых работ. Малые уклоны, отсутствие значительных и резких поднятий и выступов дна, ограниченный в общем разнос каменного материала сводят к минимуму задевы. Очень редко наблюдаются скалистые и каменистые грунты. Лишь у гористых берегов и на внешнем крае шельфа у островов Прибылова траловые работы следует вести с осторожностью, точно фиксируя по эхолоту рельеф дна. Наоборот, большая часть геосинклинальной шельфовой зоны представляет значительные трудности для донных тралений. Детальное знание рельефа дна и распределения грунтов является неременным условием любых траловых работ в этой части Берингова моря.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Безруков П. Л. и Удинцев Г. Б. Новые данные о геологическом строении дальневосточных морей. ДАН СССР. Т. 91. № 2. 1953.
2. Беляев Г. М. Количественное распределение донной фауны в северо-западной части Берингова моря. Труды ИОАна. Т. XXXIV. 1960.
3. Буркар Ш. Рельеф океанов и морей. ИЛ. 1953.
4. Виноградов М. Е. Распределение зоопланктона в западных районах Берингова моря. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. Т. VII. АН СССР. 1956.
5. Географическая характеристика Берингова моря. Рельеф дна и донные отложения. Труды ИОАна. Т. XXIX. 1959.
6. Гершанович Д. Е. Современные шельфовые отложения краевых морей северо-восточной Азии. XXI сессия Международного геологического конгресса. Доклады советских геологов. АН СССР. 1960.
7. Гершанович Д. Е. К характеристике грунтов Восточно-Китайского и Южно-Китайского морей. Информационный сборник ВНИРО. № 3. 1958.
8. Зенкевич Л. А. и Филатова З. А. Общая краткая характеристика качественного состава и количественного распределения донной фауны дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. Труды ИОАна. Т. XXVII. 1958.
9. Зенкович В. П. Динамика и морфология берегов. Волновые процессы. Т. I. Изд-во «Морской транспорт». 1946.
10. Зенкович В. П. Влияние эвстатических колебаний уровня океана на рельеф дна и побережий. Труды Института географии АН СССР. Вып. 37. 1946.
11. Зубкова Н. З. Алеутские острова. Записки Всесоюзного географического общества. Новая серия. Т. 4. 1948.
12. Ионин А. С. Особенности динамики и морфологии берегов Берингова моря. Труды Океанографической комиссии АН СССР. Т. 3. 1958.
13. Леонов А. К. Региональная океанография. Ч. I. Гидрометеониздат. 1960.
14. Леонтьев О. К. Геоморфология морских берегов и дна. Изд. МГУ. 1955.
15. Линдберг Г. У. Четвертичный период в свете биогеографических данных. АН СССР. 1955.
16. Лоция Берингова моря. Изд-во Гидрографического управления ВМС. Т. I—II. 1954. Т. III. 1957.
17. Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. Географгиз. 1948.
18. Морской атлас. Т. I, II. Изд-во Главного штаба ВМС. 1952. 1953.
19. Нейман А. А. Кормовая база камбал в восточной части Берингова моря. Рыбное хозяйство. 1960. № 10.
20. Нейман А. А. Некоторые закономерности количественного распределения бентоса в Беринговом море. Океанология. Т. I. Вып. 2. 1961.
21. Панов Д. Г. и Бугоркова О. С. Геоморфология материков и дна океана. Карта № 12. Морской атлас. Т. II. Изд-во Главного штаба ВМС. 1953.
22. Панов Д. Г. Современные проблемы геоморфологии материков и океанов. Материалы ко второму съезду Географического общества СССР. АН СССР. 1954.
23. Удинцев Г. Б. Исследования рельефа дна морей и океанов. Итоги науки. Достижения океанологии. Т. I. АН СССР. 1959.

24. Шипард Ф. Геология моря (перевод). ИЛ. 1951.
 25. Dietz R. Geomorphic evolution of continental terrace. Bull. Amer. Journ. Mar. Res. V. 7. Nr. 3. 1948.
 26. Куенен Р. Н. Marine Geology. N. J. 1950.
 27. Murray H. W. Profiles of the Aleutian Trench. Bull. Geol. Soc. Amer. V. 56. Nr. 7. 1945.
 28. Report upon the investigations of the U. S. Fish Commission Steamer «Albatros»... U. S. Com. Fish and Fisheries, Wash. 1892, p. 16; 1893, p. 17; 1894, p. 18; 1896, p. 20; 1901, p. 26.
 29. Shepard F. P. The earth beneath the Sea. Baltimore. 1959.
 30. Weaver P. Variations in history of continental shelves. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol. V. 34. Nr. 3. 1950.
-