

## ГЕОГРАФИЯ

УДК 552.5:552.14

*А. Н. Ласточкин, А. И. Жиров, П. Н. Сафронов***ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЬЕФА ДНА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ**

В этой работе проведен анализ обзорной геоморфологической карты северо-восточных и дальневосточных морей России, составленной на основе имеющихся в распоряжении авторов детальных (средне- и крупномасштабных) гидрографических материалов (морских навигационных и батиметрических карт), материалов опробования донных осадков (их гранулометрических характеристик на картах донных отложений), небольших по объему и разрозненных данных геоакустики и непрерывного сейсмопрофилирования (рисунок). При этом были учтены результаты геолого-геоморфологических исследований по прилегающей суше и островам: строение погребенного дочетвертичного рельефа, состав и мощности плиоцен-четвертичных отложений, строение речной сети и разновозрастных поверхностей выравнивания.

В основу создания данной карты положен принцип аналитического морфодинамического картографирования (от морфологии — к генезису), предусматривающий анализ морфологических характеристик рельефа и отражение в них (а также в рельефообразующих отложениях) особенностей и условий его формирования. В морской части карты отражен рельеф континентальной окраины Евразии атлантического типа и переходная зона от Евразийского континента к океану в пределах дальневосточных морей. Наибольшее внимание уделено рельефу шельфовых зон.

Главным морфологическим показателем рельефа шельфов является расчлененность их подводной поверхности, отражающая степень сохранности форм субаэрального происхождения или результат их аккумулятивно-абразионной переработки [1]. Если в процессе субаэрального рельефообразования в качестве исходной выступает полигенетическая поверхность выравнивания, подвергающаяся с момента своего формирования тектоническим деформациям и зависящему от них расчленению, то развитие подводного рельефа на шельфе заключается, наоборот, в аккумулятивно-абразионном выравнивании исходной (для субаквального рельефообразования) полигенетической (созданной разными агентами) поверхности расчленения. Для последних характерно сложное строение рельефа, существенно меняющиеся по глубине и ширине эрозионные, экзарационные и иные врезы, многообразие которых определяется дифференцированностью тектонических движений, различной эрозионной способностью агентов расчленения и литологическими особенностями рельефообразующих пород.

Поверхности расчленения сформированы в регрессивные этапы развития Миро-

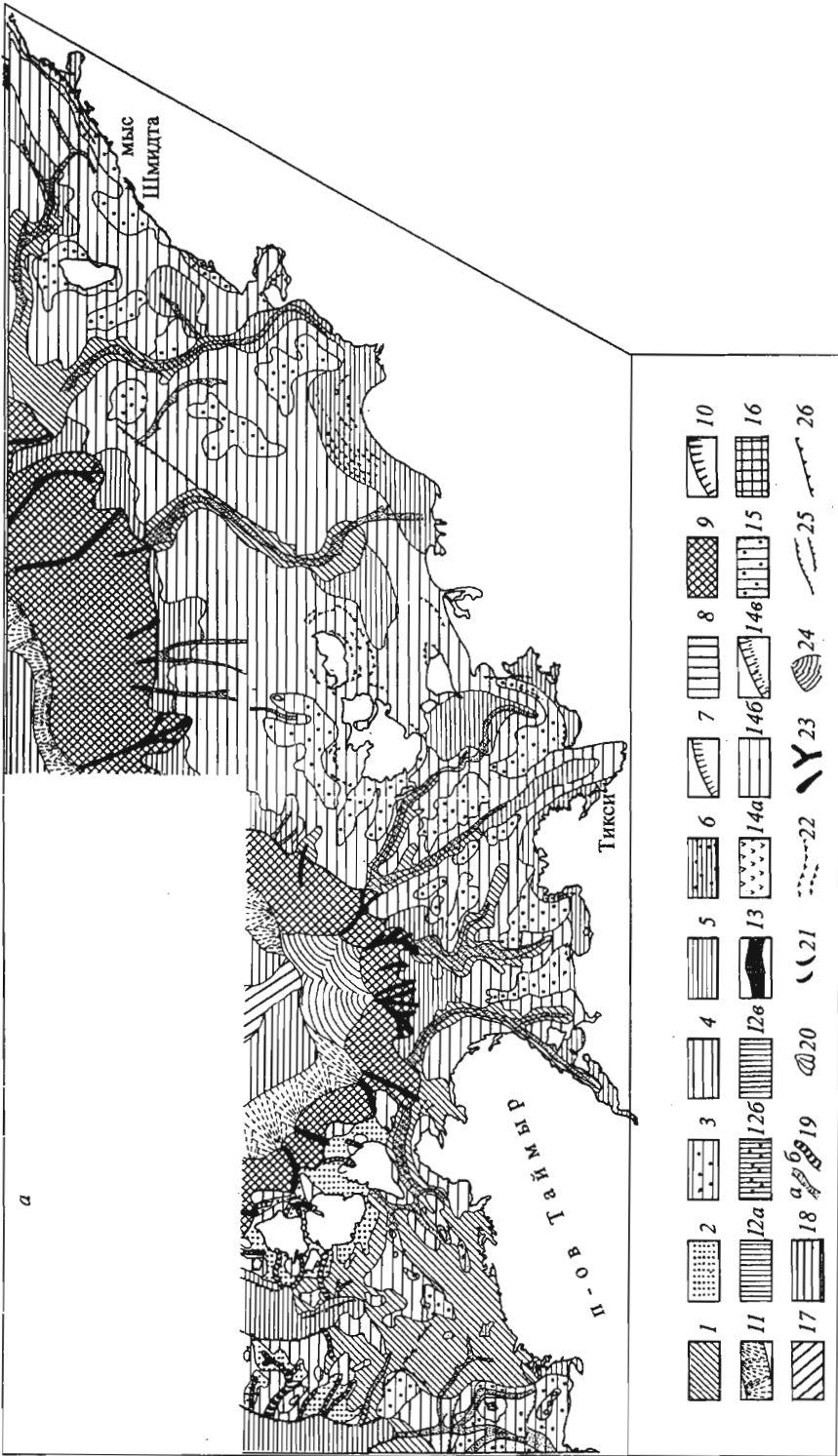
вого океана. В последующие за этим трансгрессии происходят их аккумулятивно-абразионная переработка и замещение разными по наклонам поверхностями выравнивания. Но не во всех районах рельеф шельфа проходит полный цикл выравнивания [2].

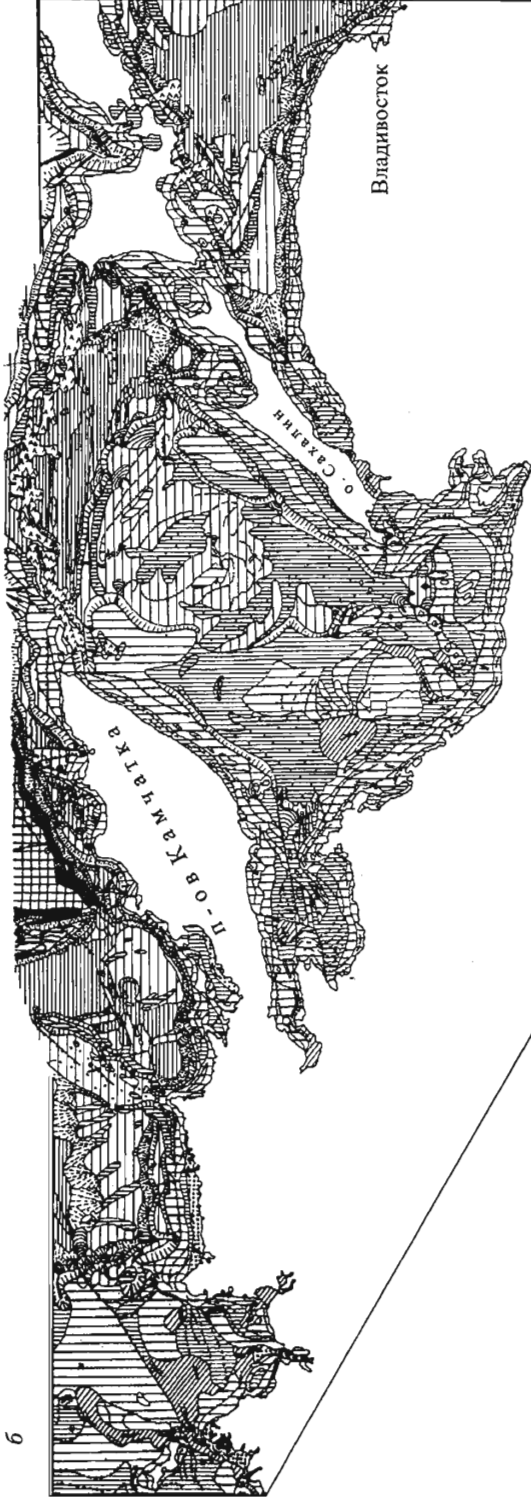
Наиболее характерная особенность всех показанных на карте шельфов, прежде всего северного шельфа Евразии, заключается в широком развитии в его пределах многочисленных форм рельефа субаэрального происхождения. Среди них практически повсеместно распространены и в целом наиболее контрастно выражены главным образом речные, а также ледниковые долины. Относительные глубины их врезов характеризуют степень переработанности сформированного в регрессивные этапы субаэрального рельефа аккумулятивно-абразионными процессами. Подводные поверхности по степени их аккумулятивно-абразионной переработки подразделяются на поверхности: а) расчленения, на которых практически полностью сохранились осложняющие их субаэральные формы; б) неполного выравнивания с резким уменьшением контрастности субаэральных образований вследствие неполного срезания водоразделов и неполного заполнения осадками долин на фоне общего выполаживания рельефа; в) полного выравнивания с отсутствием на них субаэральных форм.

Такое разделение поверхностей позволяет довольно однозначно решить вопрос о том, какими процессами создана поверхность: субаэральными — расчленяющими или субаквальными — выравнивающими. Первые из них преобладали на равнинах субаэрального происхождения, вторые создали рельеф равнин субаквального происхождения, представленных эрозионно- и экзарационно-аккумулятивными равнинами. Данное разделение по двум главным агентам рельефообразования осуществлено в соответствии с анализом диагностических признаков, по которым осложняющие эти равнины формы рельефа можно отнести к той или иной генетической категории. К таким признакам относятся: 1) особенности морфологии форм в плане, поперечном и продольном профилях; 2) латеральное и вертикальное расчленение форм; 3) соотношение их с формами соответствующего происхождения на суше; 4) соотношение их с формами погребенного рельефа, структурой и вещественным составом рельефообразующих отложений.

Долины речного происхождения на подводных эрозионно-аккумулятивных равнинах характеризуются сильной вытянутостью, транзитностью по отношению к положительным формам рельефа. Они образуют чаще всего древовидный в плане рисунок и несут некоторые специфические особенности — спрямления, перехваты, объясняемые на суше неотектоническими движениями. По очертаниям подводная речная сеть сходна с современной речной сетью платформенных равнин. Признаками речного происхождения подводных долин является также их плановая сопряженность с речными долинами на суше и в погребенном рельефе, постепенное расширение от верховьев к низовьям, террасированность склонов, слоистость выполняющих их толщ и др. Наряду с этим имеются различия между геоморфологическими проявлениями современных и реликтовых речных долин, связанные обычно с более древним возрастом последних, с запечатленными в рельефе шельфа перестройками речной сети, с ее аккумулятивно-абразионной переработкой в современных и древних (ныне затопленных) прибрежных зонах, а также на положительных морфоструктурах. Наряду с деструктивными формами на эрозионно-аккумулятивных равнинах фиксируются затопленные дельты и речные аккумулятивные террасы.

На экзарационно-аккумулятивных равнинах распространены в основном ледниковые долины, а также конечные и стадияльные морены и моренные комплексы. Ледниковые долины выражены более контрастно, чем речные, и характеризуются: 1) приуроченностью к областям древнего и современного оледенений; 2) трогообразным характе-





Рельеф шельфа и материкового склона на северо-восточных (а) и дальневосточных (б) морях России.

1, 2 — поверхности субэриального расчленения; 1 — слабо расчлененные, 2 — сильно расчлененные; 3, 4 — поверхности волнового выравнивания; 3 — абразионного, 4 — абразионно-аккумулятивного; 5 — аккумулятивного; 6 — поверхности неволнового выравнивания на шельфе; 7 — уступы на внешних склонах островных дуг; 8 — наклонные поверхности неволнового выравнивания в глубоководных котловинах; 9 — северный материковый склон Евразии; 10 — внешние уступы островных дуг; 11 — материковое подножие; 12 — глубоководные поверхности неволновой аккумуляции; 12а — пологие, 12б — слабо наклонные, 12в — сильно наклонные; 13 — районы развития интенсивных гравитационных процессов; 14 — островные дуги; 14а — суша, 14б — шельф, 14в — подводные уступы; 15 — глубоко погруженные участки шельфа; 16 — глубоководные желоба; 17 — срединно-океанический хребт Гакекеля; 18 — океанические котловины; 19 — подводные долины флювиального (а) и ледникового (б) происхождения; 20 — подводные дельты; 21 — оползневые цирки; 22 — древние береговые валы и линии; 23 — подводные каньоны; 24 — конусы выноса; 25 — подводные уступы; 26 — борта желобов.

ром поперечных профилей; 3) плановой сопряженностью с долинами того же генезиса на суше; 4) прямолинейностью; 5) постоянной или мало меняющейся шириной; 6) наличием осложняющих их ригелей стадияльных морен и гляциодислокаций в коренных отложениях; 7) замыканием их конечными моренами.

Морские равнины с поверхностями полного и неполного выравнивания представлены преимущественно абразионными, абразионно-аккумулятивными и аккумулятивными. Относящиеся к первым двум категориям равнины сформированы в зоне волнового воздействия, поднимавшейся вслед за уровнем трансгрессирующего моря. Для преимущественно абразионных равнин типичны выходы дочетвертичных пород и грубый состав дошлых маломощных осадков (песок, алевритовый песок). Они развиты в областях новейших поднятий. Абразионно-аккумулятивные равнины сложены различными по составу и мощностям донными осадками от глин до песков включительно. Их морфоструктурная приуроченность прослеживается менее четко. Преимущественно аккумулятивные равнины приурочены к замкнутым и полузамкнутым орографическим формам (желобам и внутришельфовым впадинам). Они сложены сверху глинами, глинистыми алевритами и образованы в результате неволновой аккумуляции в условиях: 1) непосредственной близости источника поступления взвеси — современной или древней (в регрессивные этапы) суши; 2) интенсивного сноса с нее и наличия контрастной отрицательной формы, являющей своеобразной ловушкой терригенных осадков; 3) гидродинамической обстановки, препятствующей транзиту взвешенного материала.

Участки шельфовых поверхностей, погруженные на значительную глубину (от 500 до 3000 м), свойственны дальневосточным морям. Они отделены от шельфа и глубоководных частей морского дна склонами-уступами, близкими по своим морфогенетическим особенностям к континентальным склонам, и в ряде случаев выделяются как бордерленды [3]. Погруженные участки шельфа в виде обширных ступеней отмечаются на континентальном склоне, вырисовываются на поверхностях и склонах глубоко погруженных возвышенностей, хребтов и островных дуг.

На поверхности погруженного рельефа выделяются фрагменты эрозионных долин, каньонов и дельт, а также абразионных уступов, аккумулятивных и абразионных равнин, террас. Образование погруженных участков шельфа по данным драгирования и геоморфологическим материалам приходится на поздний плиоцен и четвертичное время. Оно связывается с относительно быстрыми блоковыми опусканиями массивов суши и морского дна. В пределах погруженных шельфов мутьевые потоки, подводные течения нарушают общую, изложенную выше, закономерность распределения донных осадков, свойственную современному рельефу.

Разделение континентального склона на уступ и подножие проводится по линии вогнутого перегиба, разделяющего верхнюю и нижние зоны с разными уклонами. В районе Карского моря уклоны уступа составляют  $1,5^\circ$ , подножья — не более  $0,5^\circ$ , в то время как у Новосибирских островов они не превышают  $1^\circ$ . Граница между уступом и подножьем у островов Северная Земля проходит на глубинах около 3100 м, а в районе хребта Гаккеля — 2000 м. Глубина ограничивающей сверху континентальный склон бровки шельфа на северо-восточных морях не превышает 100 м, опускаясь на Карском море до глубины 500 м.

Континентальный склон дальневосточных морей отличается весьма четкой морфологической обособленностью. Континентальный уступ имеет уклоны от 3 до  $45^\circ$  и опускается от внешнего края шельфа (с преобладающими глубинами 80–130 м) на глубину 1000–3000 м. Он расчленен глубокими каньонами, осложнен формами блоковых смещений, серией ступеней, оползневых цирков. Подножье представляет собой относительно

пологие поверхности наложенных обширных конусов выноса мутьевых потоков, шельфовых и гравитационных осадков, выдвигающихся из устьев каньонов и ложбин.

Континентальный склон северных морей осложняется подводными каньонами, конусами выноса и террасами. Большинство каньонов продолжают на склоне шельфовые долины субаэрального происхождения. Наиболее обширный конус выноса приурочен к «устью» Медвежинского желоба. Наличие конусов выноса, предполагаемые в районах устьев желобов Святой Анны и Воронина и подводных долин праОленек и праЛена, не подтверждено последующими гидрографическими и сейсмоакустическими данными. Судя по строению древних, погребенных под четвертичными отложениями на суше и в настоящее время подводных долин на шельфе, эти конуса представлялись ранее [1] в качестве «конечных пунктов» в транспортировке осадков по крупнейшим во время максимальной регрессии речным артериям с трех платформенных равнин на территории России: Русской, Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской.

Линия подножия северного континентального склона на границе его с океанической котловиной Нансена расположена на глубинах 3400–3900 м. В нее в море Лаптевых упирается торец срединно-океанического хребта Гаккеля, разделяющего Евразийский суббассейн Северного Ледовитого океана на котловины Нансена и Амундсена.

Весьма важными элементами рельефа дальневосточных морей являются формы, созданные в основном в новейший тектонический этап тектоно-магматическими процессами. К ним относятся островные дуги (Курильская, Алеутская), значительная часть п-ова Камчатка и о-ва Хоккайдо. Эти районы характеризуются значительной сейсмоактивностью. Островные дуги представляют собой узкие горстообразные хребты, осложненные подводными и надводными вулканическими нагорьями, массивами и отдельными горами-вулканами. Вулканическая активность проявляется и в настоящее время. Древние шельфовые поверхности деформированы и опущены на разную глубину (до 1000 м). Вокруг островов и вулканических гор в четвертичное время сформирован пояс абразионного шельфа. Склоны островных дуг, подводных хребтов морфологически сходны с континентальными склонами. Глубоководные котловины (Алеутская, Западно-Курильская, Япономорская) в целом рассматриваются как абиссальные равнины. При общей относительной выравненности они имеют сложный рельеф, обусловленный в основном проявлениями тектонических движений, деформирующих мощную толщу осадочных образований. Характерны линейные формы возвышенностей и депрессий, осложненные отдельными глыбовыми массивами и вулканическими горами.

По генезису подводного рельефа моря, омывающие территорию России, в соответствии с морфотектоническим районированием, подразделяются на северо-западный, северо-восточный, дальневосточный и южный районы. Для относительно глубоководных северо-западных морей (Балтийского, Баренцева, Белого и Карского) наиболее свойственно практически повсеместное распространение контрастно выраженных реликтовых форм рельефа субаэрального происхождения. Среди последних чаще, чем где-либо, развиты экзарационно-аккумулятивные образования. Мелководные северо-восточные моря отличаются тем, что большая часть входящих в них равнин создана в зоне волнового воздействия, прежде всего абразионными, а также термоабразионными процессами. Исключения из этого составляют транзитные зоны крупных долин с плохо сохранившимися эрозионными врезами. Волновое воздействие ослаблено широким развитием в пространстве и времени ледникового покрова.

Рельеф глубоководных районов дальневосточных морей, расположенных вне шельфа, образован и формируется главным образом в результате неволновых процессов: гравитационного смещения масс на континентальных склонах и склонах островных

дуг, суспензионных потоков и неволновой аккумуляции. Для шельфовых зон дальневосточных морей наиболее характерны абразионные равнины, развивающиеся в основном на осадочных дислоцированных породах мезокайнозоя и вулканических образованиях, и абразионно-аккумулятивные и абразионные, приуроченные к зоне распространения аллювиальных и прибрежно-морских равнин позднего плиоцена и плейстоцена.

Рельеф северного шельфа Евразии сформировался в результате разных по интенсивности и дислоцированности новейших погружений и поднятий, глубокого расчленения и преимущественного транзита осадков в регрессивные эпохи и последующего аккумулятивно-абразионного выравнивания поверхностей субаэрального расчленения в периоды трансгрессий. Наиболее устойчивая аккумуляция четвертичных отложений имела место лишь в условиях замкнутости четвертичных бассейнов осадконакопления (на современных Печорском и Белом морях, юго-западной части Карского моря; мощности четвертичных отложений — больше 200–300 м), а также низких прибрежных, в основном аллювиальных и озерно-аллювиальных, равнин, испытавших лишь недавнее (позднепоследледниковое) затопление (море Лаптевых, центральная часть Восточно-Сибирского моря; мощность четвертичных отложений — до 100–150 м). Абразионные процессы господствовали в областях новейших поднятий, расположенных сейчас на разных глубинах и характеризующихся грубозернистыми осадками и выходами коренных пород.

В рельефе северного шельфа Евразии отражаются следующие этапы его истории [4]: 1) максимальная (предакчагыльская, по [5]) регрессия с понижением уровня Мирового океана до –300 м, во время которой произошло первичное эрозионное расчленение всей его территории; 2) плиоценовая (колвинско-устьесоленинская) трансгрессия и похолодание, приведшие к образованию ледниковых покровов на надводных, а также на отдельных подводных возвышенностях; 3) позднеплиоценовая или раннеплейстоценовая регрессия (с понижением уровня до –180 м), зафиксированная только в северо-западном районе, где отмечается создание в это время крупных замкнутых бассейнов; 4) позднеплейстоценовая (гримальдийская) регрессия, в течение которой восточный сектор полностью представлял собой надводную равнину, а оледенение не выходило за пределы островной суши того времени; 5) позднепоследледниковая трансгрессия, в осцилляционном ходе которой сформировались террасовидные площадки на глубинах 13–18, 25–32, 40–50, 60–75, 105–115, 125–140 м; 6) относительная стабилизация уровня океана и формирование прибрежной зоны (последние 5–6 тыс. лет).

Рельеф дальневосточных морей создан в основном позднеальпийскими блоковыми движениями, сопровождавшимися тектоно-вулканическими процессами. На фоне общей резкой дифференциации движений, выразившейся в поднятии суши и опусканиях в морях, зафиксированных в ярусах рельефа суши и ступенях шельфа, происходят колебания уровня моря, оставившие морские террасы на побережье, абразионные уступы и аккумулятивные прибрежные формы на шельфе.

На основании достижений по изучению геологии и геоморфологии дальневосточных морей, изложенных в ряде сборников [6–9] и освещенных в трудах О. М. Петрова [10], Г. Б. Удинцева [11], Г. И. Худякова [12] и других исследователей, а также учитывая представления В. Г. Беспалого, Ю. П. Дегтяренко, Р. Б. Крапивнера, А. П. Кулакова, А. П. Пуминова и других ученых, характеристика развития рельефа в заключительный этап новейшей истории может быть представлена в следующей общей последовательности: 1) после трансгрессии в плиоцене, с которой связываются отложения энемтемской свиты и отождествляемые с ней отложения, выявляемые в докоях низких (5–30 м) прибрежных террас, происходит общее поднятие суши, которое распространилось и на примыкающие участки мелководных морей; формируются обширные предгорные кону-

сы выноса, образуются аллювиальные и прибрежно-морские равнины на значительной площади современных морей; 2) вслед за этим или одновременно усиливается прогибание приокеанских участков морей и обозначаются в рельефе дна шельфовые ступени: развитие постплиоценовой трансгрессии сопровождается возникновением на шельфе абразионных уступов и аккумулятивных форм с образованием пересыпей, лагунных понижений (глубины  $-150$  —  $-30$  м); горные ледники в северных районах достигают уровня моря и в ряде мест выдвигаются в пределы акваторий; максимум трансгрессии устанавливается по определению абсолютного возраста осадков в интервале времени 30–20 тыс. лет и фиксируется в современном рельефе на высотах 5–30 м; 3) регрессия, а затем и стабилизация уровня моря, устанавливаемые повсеместно по распространению морской террасы на высоте 8–12 м; 4) регрессия и относительная стабилизация уровня моря (3–6 тыс. лет) с формированием современного пояса пересыпей, баров, абразионных платформ.

Таким образом, начиная с позднего плиоцена происходит расширение морских бассейнов, прежде всего за счет разрушения абразией предгорных и межгорных равнин. Формируются и расширяются глубоководные котловины, на периферии которых опускаются до абиссальных глубин значительные участки шельфа, континентальный склон неуклонно смещается в сторону суши. Активна до настоящего времени вулканическая деятельность, не угасает и сейсмическая активность, способствующая гравитационному смещению осадков в пределах континентального склона, развитию грандиозных мутьевых потоков, осадками которых в основном выполнены глубоководные районы морей.

#### Summary

*Lastochkin A. N., Zhironov A. I., Saphronov P. N.* The bottom relief of northern-eastern and Far Eastern seas of Russia.

Problems of geomorphological mapping Russian seas are discussed. It is based on the principle of analytical mapping which provides the analysis of morphological characteristics of relief and reflection in them of features and conditions of the forming of relief. Stages of development of northern and Far Eastern shelf of Eurasia are revealed: the relief of the first one was formed as a result of recent submersions and risings, deep and transition of sediments during epochs of regressions and accumulative — abrasional smoothing during epochs of transgressions. Analytical approach to geomorphological mapping of seas implies the study of relief morphology as a result of its origin conditions. Relief development stages are recognized for north and Far East shelves of Eurasia. The relief in the former resulted from recent submersions and risings, sediment destruction and transit during regressions and accumulative-abrasion levelling during transgressions. The relief of Far East shelf of Eurasia was mainly created by Late Alpien faulting movements: in Late Pliocene marine basins began expanding due to abrasion of foothills and inter-mountain plains, deep water hollows formed and widened.

#### Литература

1. *Ласточкин А. Н.* Методы морского геоморфологического картографирования. Л., 1982. 2. *Ласточкин А. Н.* Структурно-геоморфологические исследования на шельфе. Л., 1978. 3. *Океанографическая энциклопедия* / Пер. с англ.; Отв. ред. перевода Р. М. Деменичкая и др. Л., 1974. 4. *Ласточкин А. Н., Федоров Б. Г.* Рельеф и новейшая история развития северного шельфа Евразии // Геоморфология. 1978. №3. 5. *Асеев А. А.* Общие особенности строения речных долин СССР как показателя ритма колебательных движений земной коры // Геоморфология. 1978. №2. 6. *География и геоморфология шельфа:* Тез. докл. XXII Пленума геоморф. комиссии АН СССР. Владивосток, 1975. 7. *Геологическое развитие Японских островов* / Под ред. Н. А. Белявского, Л. И. Красного. М., 1975. 8. *Камчатка, Курильские и Командорские острова* / Под ред. И. В. Лучицкого. М., 1974. 9. *Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое* / Под ред. А. И. Толмачева. Л., 1970. 10. *Петров О. М.* Палеогеография Чукотского полуострова в позднем неогене и четвертичном периоде. М., 1965. 11. *Удинцев Г. Б.* Геоморфология и тектоника Тихого океана. М., 1972. 12. *Худяков Г. И.* Геоморфология юга Дальнего Востока. М., 1977.

Статья поступила в редакцию 23 апреля 2003 г.