

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМУ
КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ДНА АКВАТОРИЙ
(МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА)
В КОМПЛЕКТЕ ГОСГЕОЛКАРТЫ-1000/3**



9 785937 611499

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ·2009

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. П. КАРПИНСКОГО»
(ФГУП «ВСЕГЕИ»)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МИРОВОГО ОКЕАНА
ИМ. И. С. ГРАМБЕРГА» (ФГУП «ВНИИОКЕАНГЕОЛОГИЯ»)**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМУ
КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ДНА АКВАТОРИЙ
(МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА)
В КОМПЛЕКТЕ ГОСГЕОЛКАРТЫ-1000/3**



**Издательство ВСЕГЕИ
Санкт-Петербург • 2009**

УДК: 550.8:528:551.468.2/.3(035.3)

Методическое руководство по геоморфологическому картографированию дна акваторий (морского и океанического дна) в комплекте Госгеолкарты-1000/3. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 49 с. + 3 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «ВНИИ-Океангеология»).

Пособие на новом современном уровне развивает принципы и методы аналитического геоморфологического картографирования научной школы ВСЕГЕИ, принятые при составлении комплектов Государственных геологических карт. Рассматривается специфика картографирования морского и океанического дна. Учтены новые инструктивные документы. Получили дальнейшее развитие принципы и методы, изложенные ранее в брошюре «Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации применительно к задачам Госгеолкарты - 1000» (Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 2001), учтен имеющийся опыт составления геоморфологических карт и схем для листов Госгеолкарты масштаба 1 : 1 000 000, включающих дно морей и океанов.

ISBN 978-5-93761-149-9

Авторы А. Г. Зинченко, А. Н. Ласточкин

Редакторы Б. Г. Лопатин, Е. А. Гусев

© Роснедра, 2009

© ФГУП «ВСЕГЕИ», 2009

© ФГУП «ВНИИОкеангеология», 2009

© Зинченко А. Г., Ласточкин А. Н., 2009

© Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009

ISBN 978-5-93761-149-9

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	4
2. Общие положения	5
2.1 Исходные материалы.....	9
2.2 Этапы составления геоморфологической карты	10
2.3 Принцип и объекты картографирования	13
3. Предварительная геоморфологическая карта	14
3.1 Общие положения	14
3.2 Технология построения.....	19
4. Геоморфологическая карта (итоговая)	32
4.1 Общие положения	32
4.2 Особенности историко-генетической интерпретации рельефа морского дна	35
4.3 Элементы зарамочного оформления геоморфологи- ческой карты.....	40
4.3.1. Легенда	44
5. Объяснительная записка	45
6. Заключение	45
7. Список литературы	47

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ АББРЕВИАТУР

ГБО гидролокатор бокового обзора
ГГК Государственная геологическая карта
ГКДЧ – геологическая карта дочетвертичных образований
ЗВ – загрязняющие вещества
КЧО – карта четвертичных образований
ЛКДО – литологическая карта поверхности
НСАП – непрерывное сейсмоакустическое профилиро-
вание
ЭБЗ – эталонная база знаков

1. ВВЕДЕНИЕ

Опыт геоморфологического картографирования дна морей и океанов в целом достаточно обширен и разнообразен, однако опыт практически очень важного аналитического картографирования в съемочных масштабах все еще сравнительно невелик [22]. В связи с развертыванием работ по составлению листов Госгеолкарты-1000 (ГГК-1000) на районы, включающие дно морей и океанов, ощущается недостаток методической литературы. Настоящее пособие развивает принципы и методические подходы, изложенные ранее [8]. За время, прошедшее с выхода этой работы, опыт составления геоморфологических карт и схем для ГГК-1000 существенно обогатился [2.3, 4 и др.], в том числе, за счет карт континентальных склонов и глубоководных котловин. В распоряжении морских геологов поступил новый материал о строении континентальных окраин Российской Федерации. Развивалась и теория системно-морфологического направления [12], отрабатывались методические приемы при картографировании различных районов, в частности, подводно-подледного рельефа Антарктиды [14], вышла в свет большая коллективная монография [23]. Опыт геоморфологических исследований на системно-морфологической основе был широко представлен и рассмотрен на XXX Пленуме Геоморфологической комиссии РАН в Санкт-Петербурге в 2008 г. Появились и новые инструктивные документы Госгеолкарты [17, 32].

Настоящее пособие призвано заново обобщить современный опыт и помочь в работе специалистам, занимающимся составлением геоморфологических карт и схем для ГГК, в том числе тем, кто принимается за это впервые. Пособие будет полезно и авторам других карт и схем комплекта ГГК, поскольку здесь раскрываются роль, возможности и значение геоморфологических построений для разных компонентов ГГК, что должно способствовать взаимоувязанности карт комплекта и расширению числа возможных потребителей конечной продукции ГГК. Пособие должно заинтересовать и специализирующихся

в других масштабах картографирования, поскольку здесь развивается классический для Госгеолкарты аналитический метод, обогащенный современными системно-морфологическими представлениями. Предшествующая работа [8] с успехом использовалась при обучении студентов геологических и географических специальностей СПбГУ и СПбГГИ (ТУ), поэтому авторы надеются, что и эта книга найдет себе применение в высшей школе.

По сравнению с предшествующей брошюрой, в данном пособии особое внимание уделено роли и месту геоморфологических построений, обоснованию масштаба геоморфологических карт, более подробно рассмотрены особенности исходных материалов, стандартные технологии и типичные ошибки, расширен список рисунков, в том числе за счет примеров на конкретном материале. Одновременно с этим изъяты отдельные пункты, усложняющие понимание и положения, не отвечающие сегодняшнему дню.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Роль, место и масштаб геоморфологических построений в комплекте листа Госгеолкарты-1000/3, составляемых на районы морского и океанического дна.

Отображение данных о строении зоны перехода от суши к морю, включая острова, а также дна внутренних бассейнов, континентального шельфа и прилегающих участков океанического дна, является принципиальным отличием современного этапа Госгеолкарты-1000 [17]. Роль геоморфологических карт при этом существенно возрастает по сравнению с районами суши. Назначение геоморфологических карт — дать исчерпывающую характеристику поверхности дна, став инструментом разного вида исследований и построений, предусмотренных при составлении листов Госгеолкарты. Геоморфологические карты должны обеспечить решение широкого круга инженерных и природопользовательских задач, задач охраны природной среды. Опережающий анализ рельефа дна на основе составляемых геоморфологических карт способствует оптимизации полевых работ.

Дно морей и океанов входит в зону национальных приоритетов, определяемых Морской доктриной России¹ в области

¹ <http://dvabop.narod.ru/docum/md/md.htm>

освоения минеральных и энергетических ресурсов. Доктриной поставлены семь долгосрочных задач, решение шести из которых невозможно без знания геоморфологического строения поверхности дна:

- изучение геологического строения и определение ресурсного потенциала континентального шельфа Российской Федерации путем осуществления государственного мониторинга геологической среды, а также измерения физических полей над океанским дном, картографирования, бурения и грузоподъемных работ со дна;
- освоение минеральных и энергетических ресурсов Мирового океана;
- государственный контроль и регулирование разведки и мониторинга полезных ископаемых и минеральных ресурсов в Мировом океане с учетом оборонных интересов государства;
- разработка известных месторождений и интенсивная разведка нефти и природного газа на континентальном шельфе Российской Федерации;
- создание условий и возможностей для разведки и добычи ресурсов глубоководных районов Мирового океана (на дне и в недрах), закрепление в рамках полномочий Международного органа по морскому дну прав Российской Федерации на разведку и разработку ресурсов морского дна за пределами юрисдикции прибрежных государств;
- освоение технологий выработки электрической энергии с использованием приливо-отливных явлений, прибрежных приводных ветров и ветровых волн, температурного градиента воды, термальной энергии и течений, а также тепловой калорийности биомассы водорослей.

Геоморфологические данные занимают центральное место в решении вопросов морского права.

В связи с задачами Госгеолкарты в областях морского и океанического дна важно отметить, что:

— из всех геолого-геофизических объектов, подлежащих здесь картографированию, рельеф дна изучен наиболее полно¹;

¹ Помимо данных, накопленных гидрографическими службами страны, рельеф также охарактеризован полученными по программе ГГК-1000 материалами съемок многолучевыми эхолотами и данными промера, сопровождающего морские геофизические исследования, которые выполняются с использованием высококачественной аппаратуры и современных средств определения местоположения судна в море.

— на площадях с низкой геолого-геофизической изученностью, сведения о рельефе дна представляет собой основной вид геолого-геофизической информации¹;

— источники геоморфологических данных о строении дна субаквальных областей специфичны, важная роль принадлежит здесь геофизическим методам исследования;

— батиметрические основы, представляемые в комплектах листов ГГК-1000/3, в отличие от топографических основ на площади суши, в масштабе 1 : 1 000 000, публикуются впервые, они представляют собой совершенно новый по качеству и детальности вид информации², геоморфологическая интерпретация которого при ГГК ранее никогда не производилась и потому обязательно должна быть выполнена в полной мере;

— в рельефе дна отражены новейшие и современные гео- и литодинамические процессы, черты геологической структуры; также рельеф дна контролирует основные потоки вещества и энергии, выступая в роли главного фактора распределения и перераспределения вещества на подводной поверхности. При этом рельеф дна определяет не только участки концентрации полезных ископаемых, но и загрязняющих веществ. Все вышеперечисленное делает геоморфологические карты и схемы важнейшим источником геологической и геоэкологической информации. [9, 12, 21]. Создание единого банка фундаментальной геологической информации в целях обеспечения развития геологической науки, оценки минерально-сырьевого потенциала, обеспечения освоения и лицензионной деятельности невозможно без знаний о строении поверхности дна, о процессах, ее сформировавших, и тех, которые на нее воздействуют ныне.

¹ Они отличаются большим охватом по площади и потому могут быть использованы при интерполяции и экстраполяции разрозненных геолого-геофизических и экологических данных, полученных на отдельных точках (станциях донного опробования, скважинах), профилях и детальны полигонах.

² Ранее полистно в масштабе 1 : 1 000 000 батиметрические карты для целей ГГК на шельф России и прилегающие к нему районы океанического дна не составлялись. Исключением являются отдельные участки, закартированные в инженерных, научных, методических или поисковых целях.

Батиметрическая информация ранее была сосредоточена главным образом на морских навигационных картах, назначением которых является обеспечение безопасности судоходства, но не максимально полная характеристика рельефа дна.

Действующими инструктивными документами Госгеолкарты-1000/3 предусматривается использование геоморфологической информации при составлении большинства карт и схем комплекта: КЧО, литологической поверхности морского дна, тектонической, эколого-геологической, геологических опасностей, эколого-геологической обстановки, памятников природы). Необходимо, чтобы вся информация о рельефе дна на различных картах и схемах комплекта была взаимоувязанной и зиждилась на единой основе.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, можно констатировать, что в комплектах листов ГГК, включающих морское и океаническое дно, информация о рельефе дна, содержащаяся на геоморфологических картах, представляет собой системообразующий слой информации, которая базируется на совершенно новых, впервые публикуемых батиметрических основах. Поэтому, по существу, геоморфологические карты в комплектах таких листов должны были бы включаться в основной комплект. Что же касается рабочего масштаба геоморфологических построений, то он вне зависимости от масштаба итоговых документов не может быть мельче 1 : 1 000 000. Итоговый масштаб оговаривается в геологическом задании. В случае простого строения поверхности дна (плоские или слаборасчлененные равнины) и низкой степени изученности возможно составление итоговых геоморфологических схем масштаба 1 : 2 500 000 при условии строгого соблюдения базового аналитического принципа и основанных на нем методических требований¹. Недопустимо составление схем масштаба 1 : 2 500 000:

- для хорошо изученных площадей со сложным расчлененным строением дна,
- районов, где при проведении геофизических съемок в ходе составления листов ГГК получены новые данные о рельефе дна, существенно уточняющие или меняющие ранее имевшиеся представления,
- районов, благоприятных для поисков россыпей и месторождений строительных материалов,
- районов с напряженной геоэкологической ситуацией,
- районов, где решаются важные геополитические задачи.

¹ На практике нередко вместо аналитических схем представляются схемы геоморфологического районирования, что является грубым нарушением. Требования к составлению схем районирования не разработаны.

Во всех перечисленных случаях построение схем масштаба 1 : 2 500 000 неизбежно приведет к потере важной информации.

На итоговых документах рельеф дна должен получить всеобъемлющую характеристику в соответствии со степенью его изученности. Настоящее пособие предназначено для составления карт масштаба 1 : 1 000 000, но применимо и при составлении схем масштаба 1 : 2 500 000.

2.1. Исходные материалы

Способ создания геоморфологических карт для ГГК-1000/3 определяется геологическим заданием и имеющимися материалами. Возможно построение: 1) по результатам полевых исследований; 2) только по имеющимся картографическим материалам без проведения полевых работ.

Изучение рельефа и составление геоморфологической карты осуществляются на базе сертифицированной батиметрической основы масштаба не мельче 1 : 1 000 000, увязанной с результатами проведенных в рамках листа геофизических исследований. Используются сведения о рельефе дна, полученные с помощью эхолотов различных типов (включая эхолоты-профилографы), гидролокаторов бокового обзора, а также данные, полученные при сейсмоакустическом профилировании, фото- и телевизионной съемке, водолазных наблюдениях, бурении, донном пробоотборе и др. Привлекаются дистанционная основа (при наличии полезной информации на морское дно), материалы топографических и навигационных карт (в том числе более крупных масштабов) и литературные данные.

На этапе историко-генетической интерпретации используются все имеющиеся необходимые геолого-геофизические, биологические и археологические данные.

Изготовление сертифицированных батиметрических основ в границах листа в проекции, регламентированной инструктивными документами Госгеолкарты, заказывается только уполномоченным на это организациям, имеющим соответствующие лицензии. Сечение изобат при этом должно обеспечивать подробное, точное и наглядное изображение характера рельефа с учетом его расчлененности, а также реальной точности измерений и степени изученности (рис. 1, см. вкл. 1 — рис. 1). Очень полезно иметь представление о строении дна на сопредельной площади, для чего желательно, чтобы на основе была отражена

батиметрия и в зарамочном пространстве листа в полосе шириной 30–50 км. Батиметрическая основа должна сопровождаться схемой использованных материалов, которая позволит определить степень изученности рельефа дна и характер исходных данных. При заказе основы нужно информировать ее исполнителей о результатах проведенных геофизических работ, о том, какая информация представляет интерес и не должна быть упущена при формальной генерализации (например, осушки, рифы, затопленные долины, гряды, борозды, русла прорыва вод, места выхода газа, судоходные каналы, участки добычи строительных материалов, подводные свалки и другие техногенные объекты). Если масштаб картографирования не дает возможности показать отдельные объекты, то могут быть показаны районы их расположения и поля развития.

Использование при геоморфологических построениях картографических материалов предшествующих лет позволит сделать выводы об изменениях дна и береговой линии, а привлечение материалов более крупных масштабов и данных аэрофото- и космической съемки даст возможность выявить особенности строения побережья и прибрежного мелководья, уточнить характер рельефа приустьевых областей (рис. 2). Необходимо проанализировать геоморфологические карты, ранее составленные на изучаемую площадь и имеющуюся литературу. В дальнейшем в тексте объяснительной записки следует указывать источники получения тех или иных данных, включая картографические.

2.2. Этапы составления геоморфологической карты

Построение геоморфологической карты производится в два этапа, первый из которых является опережающим по отношению к другим картам геологического блока [8, 12, 14, 21]. На этом первом этапе в масштабе 1 : 1 000 000¹ по аналитическому морфологическому принципу составляется предварительная геоморфологическая карта (прил. 2) (карта-основа, в терминологии предшествующего пособия). Она используется при построении итоговой геоморфологической карты, а также при создании других карт комплекта. По завершении работ предварительная карта поступает в компьютерную базу данных листа.

¹ Независимо от масштаба представления итоговой карты (или схемы).



Рис. 2. Трассирование тальвега подводной долины с помощью батиметрической карты более крупного масштаба.

Построение предварительной геоморфологической карты, содержащей всю фактическую информацию об устройстве поверхности дна, опережает составление не только итоговой геоморфологической карты с сопровождающими ее схемами, но и составление целого ряда карт и схем комплекта (геологической, четвертичных образований, полезных ископаемых, литологической, эколого-геологической, геологических опасностей и др.), которые в разной степени основываются на геоморфологической информации. Возможность ориентироваться на выделенные по строгим правилам границы и элементы предвари-

тельной геоморфологической карты, позволяет максимально использовать геоморфологические данные и способствует взаимной увязанности карт и схем комплекта.

Предварительная геоморфологическая карта выступает в качестве обоснования последующих выводов. Она является самостоятельным источником информации, основанным только на собственно геоморфологических данных (гидрографических и топографических) и не содержит априорных представлений. В то же время предварительная карта дополняет геолого-геофизические материалы, так как с ее помощью может быть существенно расширена и детализирована характеристика:

- лито- и геодинамических процессов новейшего этапа геологической истории;

- четвертичных образований;

- условий для развития и существования тех или иных экологических обстановок, подводных ландшафтов и их биологической продуктивности;

- неотектонической активности пликативных и дизъюнктивных дислокаций, влияющих на формирование и размещение полезных ископаемых;

- участков возможной концентрации полезных и вредных компонентов в донных осадках и рыхлых отложениях и др.

На материале предварительной карты создается орографическая схема.

Предварительная карта — необходимый документ при проектировании полевых работ, в том числе — дальнейших более детальных гидрографических, геолого-геофизических и геоэкологических изысканий, так как способствует большей целенаправленности и оптимизации планирования маршрутов и расстановки станций опробования, а также более точной интерполяции и экстраполяции данных. В тексте объяснительной записки необходимо приводить ссылки на нее.

Двухэтапная технология построения геоморфологической карты не является открытием последних лет. Она предлагалась и прежними методическими руководствами ВСЕГЕИ [17], также она рекомендуется и современными специалистами, имеющими большой опыт геоморфологического картографирования морского дна [24]. Если до недавнего времени необходимость двух последовательных этапов формулировалась на основе практического опыта, то в последние годы такой подход получил теоретическое и методическое обоснование в рамках сис-

темно-морфологического направления в науках о Земле, на котором базируется предлагаемая здесь методика [13].

На заключительном этапе в одном из регламентируемых масштабов (см. выше разд. 2.1) составляется окончательная, или итоговая аналитическая геоморфологическая карта (карта-вывод). На ней отображаются происхождение и история развития (возраст) рельефа, факторы рельефообразования, особенности рельефообразующих процессов в новейший этап геологической истории и дается характеристика современных процессов. С этой целью обобщаются и получают истолкование данные о морфологии подводной поверхности, геологическом строении исследуемой площади, четвертичных образованиях, литологии современных отложений, дочетвертичном рельефе шельфа и прилегающей суши, морфотектонике, сведения о характере и причинах последующего преобразования поверхности теми или иными процессами.

Создание двух названных картографических документов, направленных на решение принципиально разных задач, обеспечивает, с одной стороны, полный анализ всех источников геолого-геофизической информации на море, а с другой — унифицированное, согласованное и всестороннее отражение современного надводного и подводного рельефа, а также сформировавших и формирующих его процессов. По принятой классификации геоморфологических карт [20, 32], предварительная карта относится к частным, а итоговая карта — к общим геоморфологическим картам.

2.3. Принцип и объекты картографирования

Все построения на обоих этапах картографирования, как уже отмечалось выше, проводятся по традиционному для Госгеолкарты аналитическому принципу. Наряду с преемственностью опыта, накопленного в гидрографии и геоморфологии [6, 17–19, 22, 25], современная методика аналитического геоморфологического картографирования морского дна основывается на последних работах, посвященных системно-морфологическому направлению в науках о Земле. Базой методики являются представления об элементаризации земной поверхности и геоморфологическом картографировании по морфологическому принципу. В основе данного подхода лежит морфологическая система, представленная параметрической и элементарно-

структурной формами задания [13] (прил. 1, табл. 1, 2). Все это выводит геоморфологическое картографирование на новый уровень, значительно расширяя его возможности и сферу применения, поскольку обеспечивает возможность:

а) строгого определения и систематики картируемых единиц;

б) точной (с количественной оценкой точности) их фиксации и ограничения;

в) широкого применения при этом компьютерных технологий и

г) однозначного истолкования разнообразной геологической и экологической информации, запечатленной в рельефе.

Основные картируемые единицы на предварительной геоморфологической карте — элементарные поверхности, неделимые и однородные по своей морфологии: относительному батиметрическому положению, углам наклона, вертикальной и горизонтальной кривизне.

Основные картируемые единицы на итоговой геоморфологической карте — элементарные поверхности, неделимые и однородные в данном масштабе в морфологическом, генетическом и возрастном отношении. Необходимо подчеркнуть важность отражения на карте всей геоморфологической триады, потому что показ только генезиса и возраста без анализа морфологии выводит карту из числа общих геоморфологических карт, делая ее частной «хроногенетической» или «генетико-возрастной» [20].

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

3.1. Общие положения

Содержание предварительной геоморфологической карты¹ ***(прил. 2)***

На предварительной геоморфологической карте морского дна показываются все площадные элементы — элементарные поверхности (ЭП), отражающие части земной поверхности, а также линейные и точечные элементы, которые служат границами

¹ Назначение предварительной карты и обоснование необходимости ее опережающего построения рассмотрены выше в разделе 2.3 настоящего пособия.

элементарных поверхностей, приводится характеристика ЭП в профиле и плане, а также — взаимные пространственные соотношения друг с другом, которые в совокупности образуют структуру земной поверхности.

Определенная по методу полной группы систематики и характеристика всех возможных в природе элементов земной поверхности приведена в приложении (прил. 1, табл. 1, 2). Понимание систематики морфологических элементов, помимо теоретического, имеет важное практическое значение, так как с ее помощью не только соблюдается правильность вычленения элементов на предварительной карте, но и осуществляется в дальнейшем морфотектоническая, литодинамическая и экологическая характеристика отдельных элементов и их совокупностей.

Естественная делимость морского дна на элементарные по морфологии поверхности выявляется:

по вертикали (в профиле) — в соответствии с ограничивающими их сверху, снизу линейными и точечными элементами (структурными линиями и характерными точками, соответственно (прил. 1, табл. 1, 2);

по форме в плане — путем проведения морфоизограф — линий L_n , которые служат ограничениями в плане выпуклых (положительных) вогнутых (отрицательных) и прямолинейных (выдержанных по простирацию) элементарных поверхностей (рис. 3).

Границы поверхностей в виде структурных линий и характерных точек рельефа проводятся по строгим правилам на основании морфологического анализа батиметрической карты и построенных на ее материале трехмерных моделей рельефа (рис. 4), профилей НСП, данных гидролокационных исследований и др.

Возможно употребление упрощенной систематики точечных, линейных и площадных элементов с допущением, что поперечный профиль ЭП близок к прямолинейному. Необходимость такого шага требует обоснования в объяснительной записке. Обычно он бывает вызван сравнительно простым характером рельефа и недостаточной детальностью исходных материалов. Если на этом фоне все же выявляется необходимость отметить выпуклость или вогнутость поперечного профиля отдельных единичных ЭП, это делается с помощью индекса, предусмотренного полной систематикой.

Для последующего широкого применения предварительной карты важно понимать, что структурные линии представляют собой не только геоморфологические (морфологические) гра-

\\L5

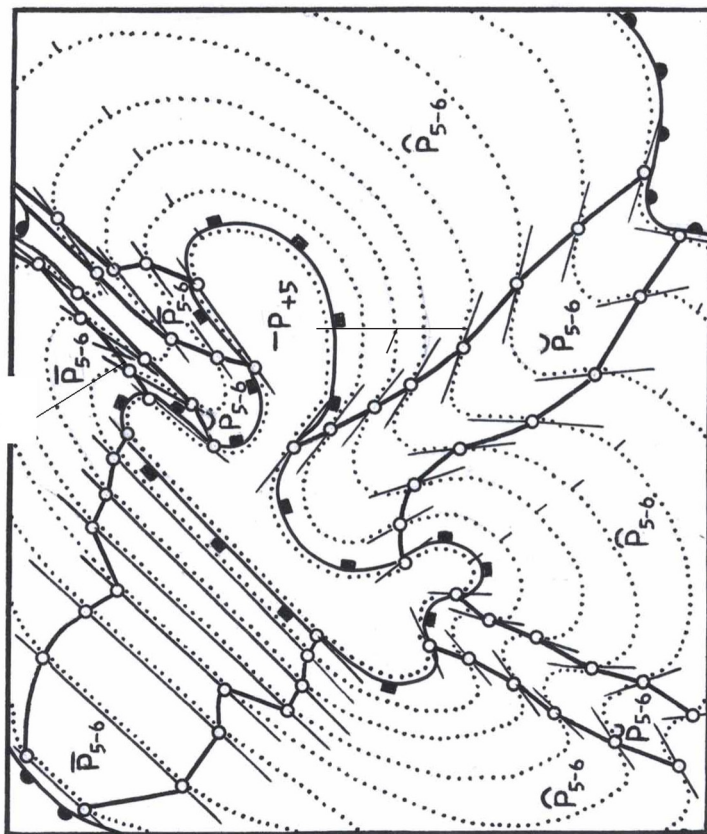
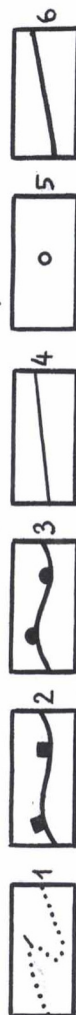


Рис. 3. Проведение морфоизограф и индексация ограничиваемых ими поверхностей.

1 — изолинии рельефа; 2, 3 — линии перегиба; 2 — вогнутого, 3 — выпуклого; 4 — касательные к горизонтальям; 5 — точки изменения знака горизонтальной кривизны; 6 — морфоизографы. Выносной обозначена морфоизографа, которая одновременно может трактоваться как структурная линия L_3 .



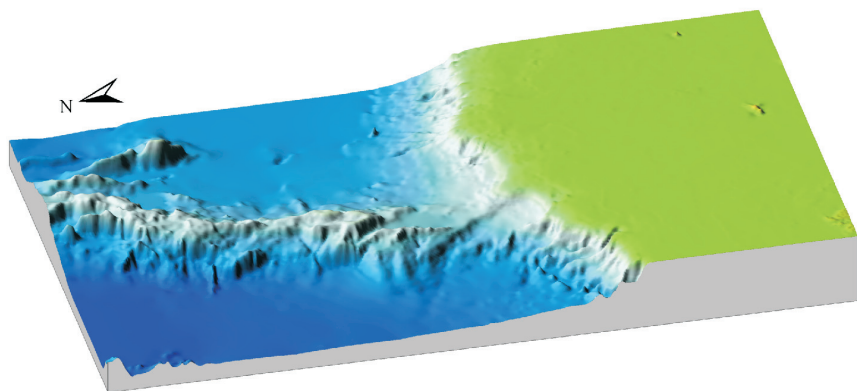


Рис. 4. Пример трехмерной модели рельефа.

ницы главных картируемых единиц — элементарных поверхностей, но и оконтуривают приуроченные к этим элементам относительно однородные в литологическом и экологическом отношениях участки дна (литотопы, биотопы и экотопы). А совокупность структурных линий и характерных точек образует структуру поверхности дна и придонного пространства.

Ввиду специфики подводного рельефа, образованного, главным образом, набором очень полого наклонных и субгоризонтальных поверхностей, и в соответствии с принятым методическим подходом, при морском геоморфологическом картографировании не применяется схема деления картируемых поверхностей на субгоризонтальные и склоны, которая пока еще используется на суше. Практика геоморфологических исследований, как на суше, так и на шельфе показала, что не существует количественных показателей, которые позволяли бы корректно разделить все многообразие поверхностей на эти две группы. К примеру, к какой группе можно было бы отнести последовательно сменяющие друг друга пологие подножия в основании склонов в зоне сочленения их с равнинами? По отношению к субгоризонтальным равнинам они очевидно наклонены и являются склонами, по которым пусть и замедленно, но происходит перемещение вещества под действием гравитационных сил, полностью прекращающееся на равнинах. В то же время по отношению к вышерасположенным крутым склонам — они практически субгоризонтальны. Формальное же отнесение подножий к одной из двух категорий означало бы

игнорирование их специфики в морфологическом, генетическом и динамическом плане. То же самое можно сказать и о так называемых пологих фасах — слабо наклоненных поверхностях, нередко возникающих вдоль бровки субгоризонтальных поверхностей. Морфологический же подход к разделению субгоризонтальных и склоновых поверхностей избавляет исследователя от ошибок и затруднений. Применяя полную или упрощенную (см. ниже) системную классификацию морфологически однородных поверхностей по их относительному батиметрическому положению, а также по форме в профиле и плане (прил. 1, табл. 1)¹, можно четко определить гипсо- или батиметрическое положение каждой поверхности. К субгоризонтальным, строго говоря, могут быть отнесены лишь верхние плоские (P_{+5}) и нижние плоские — плоскодонные P_{6-} поверхности и площадки P_{6-5}^{b-b} , а все остальные элементарные поверхности относятся к семейству склоновых. Достаточно выявить ограничивающие поверхность верхние и нижние структурные линии и знать, что семейство склоновых поверхностей включает в себя не только собственно уступы, а еще и фасы, и подножия, и наклонные площадки. Распространенной ошибкой является попытка выделять границы элементарных поверхностей по картам уклонов, поскольку при этом картируются не перегибы поверхности, а лишь границы участков с разными уклонами. Если изменить шкалу сечения уклонов, то изменятся и границы поверхностей. Морфологический же метод предполагает однозначное проведение границ именно по перегибам рельефа. Для обозначения видов элементарных поверхностей на предварительной карте, как правило, применяется упрощенная схема, когда разными видами штриховки обозначаются только верхние и нижние замкнутые элементы (поверхности P_{+5} и P_{6-}). Если автор полагает, что для лучшего понимания карты исполнителями других карт комплекта необходимо более наглядно дифференцировать склоновые поверхности, то используется полная схема. В этом случае разными видами штриховки покрываются фасы, уступы и подножия. Площадки при этом оставляются без штриховки. С целью лучшего понимания кар-

¹ В случае, когда поперечный профиль ЭП определяется нечетко, применяется упрощенная систематика, при которой он условно принимается прямолинейным. Если на этом фоне все же выявляется выпуклость или вогнутость поперечного профиля отдельных единичных ЭП, это делается с помощью индекса, предусмотренного полной систематикой.

ты могут использоваться индексы поверхностей. Они используются, как правило, только в сложных случаях, обычно же они не требуются, поскольку тип поверхности легко определяется по ограничивающим ее сверху и снизу элементам.

Легенда предварительной карты включает показываемые в соответствии с эталонной базой знаков (ЭБЗ) линейные знаки (структурные линии) и при необходимости индексы элементарных поверхностей. Внемасштабные знаки и их цвет даются также в соответствии с ЭБЗ. Батиметрическая основа показывается тонкими линиями без разрядки, с нее снимаются только элементы, «перекрытые» внемасштабными знаками. Такой подход повышает читаемость карты и облегчает работу использующим ее авторам других карт комплекта.

3.2. Технология построения

3.2.1. Первым шагом является внимательное изучение имеющейся батиметрической основы с целью определить обеспеченность ее исходными данными, общие особенности рельефа и то, как они отражены на батиметрической основе и других имеющихся исходных материалах. Необходимо составить себе представление, какие области представлены на батиметрической карте (шельф, континентальный склон, глубоководные котловины), обратить внимание на наличие специфических объектов¹. При слабой гидрографической изученности рельеф на батиметрической карте имеет характерный сглаженный вид. Если в распоряжении автора имеется представительная сеть профилей промера, выполненного эхолотами или НСАП, увязанная с батиметрической основой, то эти данные занимают ведущее место в построении предварительной карты.

¹ Иногда в слабоизученных областях ошибочно бывают показаны ложные объекты — изолированные возвышенности или впадины, изображение которых базируется на всего на одной-двух точках с аномальными глубинами на исходных картах промера. Необходимо уточнить обоснованность нанесения таких объектов и в дальнейшем попытаться заверить их другими данными, например, геофизическими или геологическими. Если не удастся получить убедительных доказательств, следует на предварительной основе обозначить эти объекты как выделенные предположительно и нуждающиеся в проверке другими средствами и оговорить это в объяснительной записке.

В качестве дополнительных источников информации используются морские навигационные карты и лоции, а также топографические карты прилегающей суши, в том числе, и более крупных масштабов, чем имеющаяся батиметрическая основа, исследуется изображенный на них рельеф дна, делаются выводы о возможности дополнения карты представленными на них данными. Особое значение это имеет при картографировании мелководных прибрежных и предустьевых областей (рис.2). Что касается результатов водолазного обследования и аэрофотосъемки, то они обычно имеют ограниченное применение, так как характеризуют лишь небольшой интервал глубин.

3.2.2. Технология построения предварительной карты различна в зависимости от имеющихся исходных материалов. Если карта составляется исключительно по картографическим материалам или с привлечением ограниченного набора других геоморфологических данных, зафиксированных на эхолотных профилях, профилях НСАП и пр., то построения осуществляются на материале батиметрической основы и дополняются по имеющимся профильным данным, а также материалами по полигонам детальных исследований. В данном случае результаты съемок играют вспомогательную роль.

При наличии материалов полевых работ с густой сетью собственных гидрографических и геофизических наблюдений на первое место выходят именно эти данные, а батиметрическая основа служит для междугалсовой корреляции морфологических элементов, выделенных на профилях. При наличии данных ГБО эта процедура значительно упрощается (рис. 5). Для морфологического анализа особенно информативны профили, поперечные к свалу глубин, поскольку на них ясно различимы основные точки перегиба подводного склона (рис. 6, см. вкл. 2 – рис. 6). На профилях, ориентированных вдоль свала глубин или в близком к нему направлении, выявляются главным образом точки перегибов, обусловленные латеральным расчленением поверхности. Определенную помощь в трассировании структурных линий могут оказать объемные изображения, получаемые на материале цифровых моделей рельефа. При этом необходимо иметь в виду, что в целом объективность такой модели целиком зависит от детальности положенных в ее основу данных; за счет гридирования она обычно предстает сглаженной и отражает лишь главные, наиболее выраженные перегибы (рис. 4).

Линейные и точечные элементы показываются соответствующими линиями и точками различного типа так, как это пре-

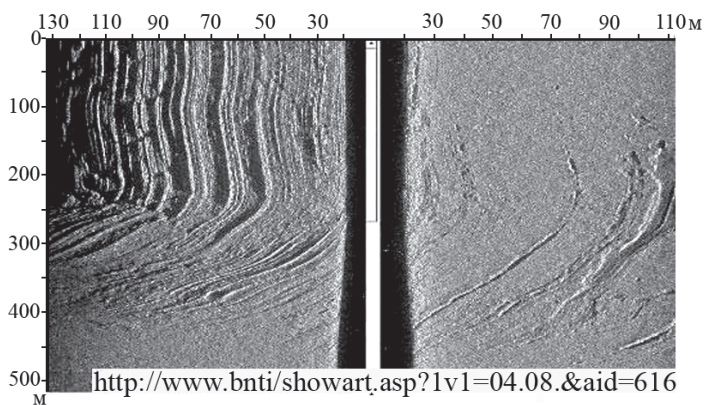


Рис. 5. Пример акустической картины дна, полученной с помощью ГБО.

дусмотрено легендой и ЭБЗ. Принадлежность элементарных поверхностей к разным морфологическим категориям отображается на карте типами ограничивающих их линейных и точечных элементов, а также — с помощью векторных линий (линий тока). Индексы зафиксированных на карте морфологических элементов приводятся только в отдельных сложных случаях. Возможно применение и упрощенной технологии без показа векторных линий.

Элементарные поверхности и их комбинации, которые не выражаются в масштабе картографирования контурными изображениями, показываются внесмасштабными знаками.

Как правило, основными каркасными элементами рельефа шельфа являются линии выпуклого и вогнутого перегиба, гребневые и килевые линии вследствие выравнивания дна абразивно-аккумулятивными процессами играют подчиненную роль, как и характерные точки. Определение перегибов поперечного профиля земной поверхности на профильных материалах и трассирование линий выпуклого и вогнутого перегиба обычно не встречает затруднений (рис. 7), более сложный случай, связанный с изменением батиметрического положения структурных линий этого типа, представлен на рис. 8. Наиболее ярким примером линии выпуклого перегиба является бровка шельфа, за которой начинается отчетливый свал глубин в направлении глубоководного бассейна (рис. 9). На батиметрических картах масштаба 1 : 1 000 000, как правило, отчетливо читается один перегиб, фиксирующий бровку шельфа. На де-

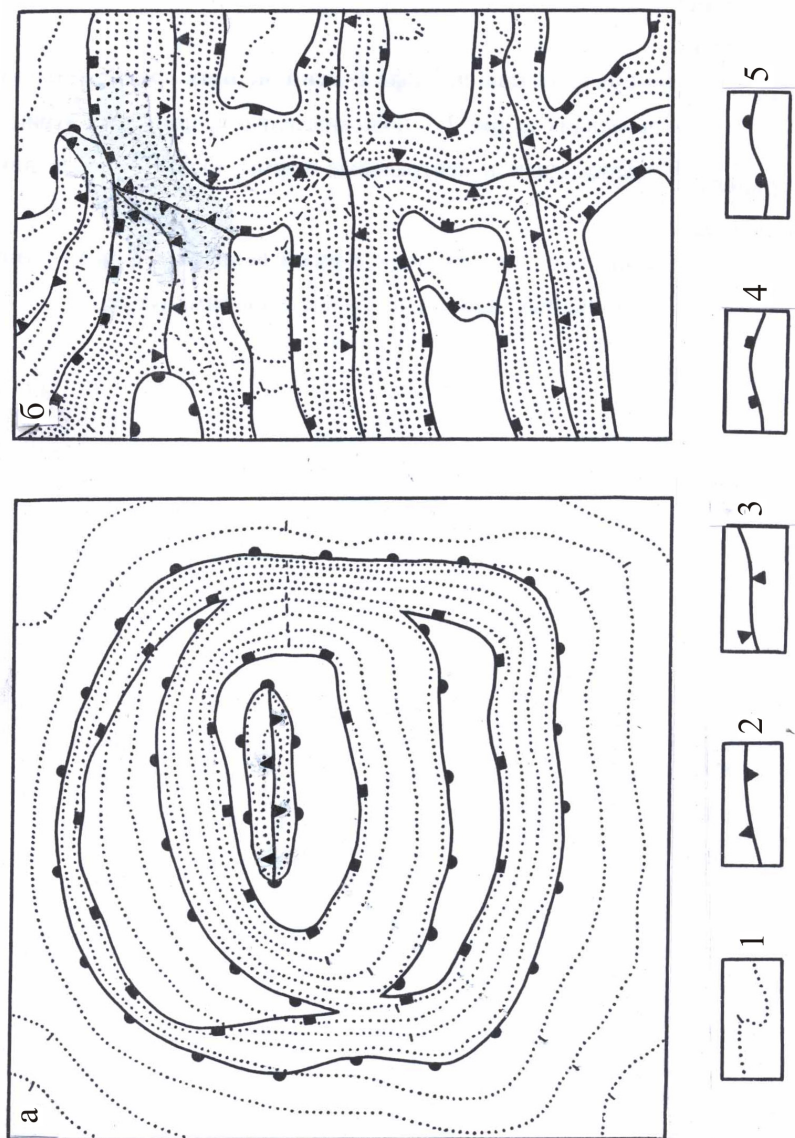


Рис. 7. Трассирование линий выпуклого и вогнутого перегиба.

а - в пределах замкнутой положительной формы при неизменном и переменном гипсометрическом положении структурных линий;
 б - в сочетании с прородными и поперечными килевыми и гребневыми линиями;
 1 - изолинии рельефа; 2-5 - структурные линии: 2 - гребневые, 3 - килевые, 4 - выпуклого перегиба, 5 - вогнутого перегиба.

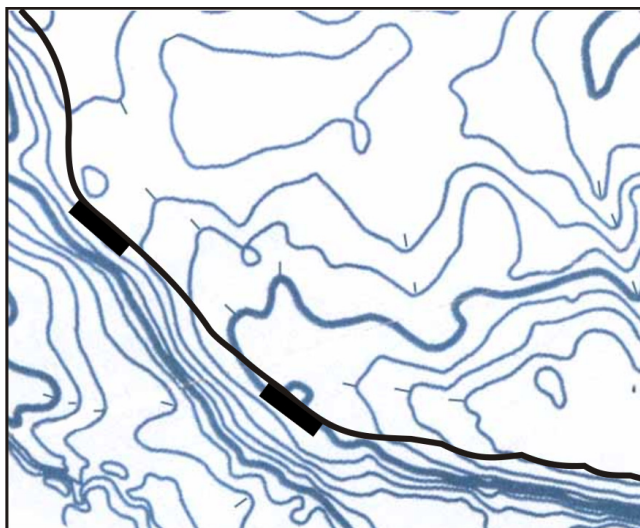


Рис. 8. Пример трассирования линии выпуклого перегиба с изменяющимся по пространству батиметрическим положением.

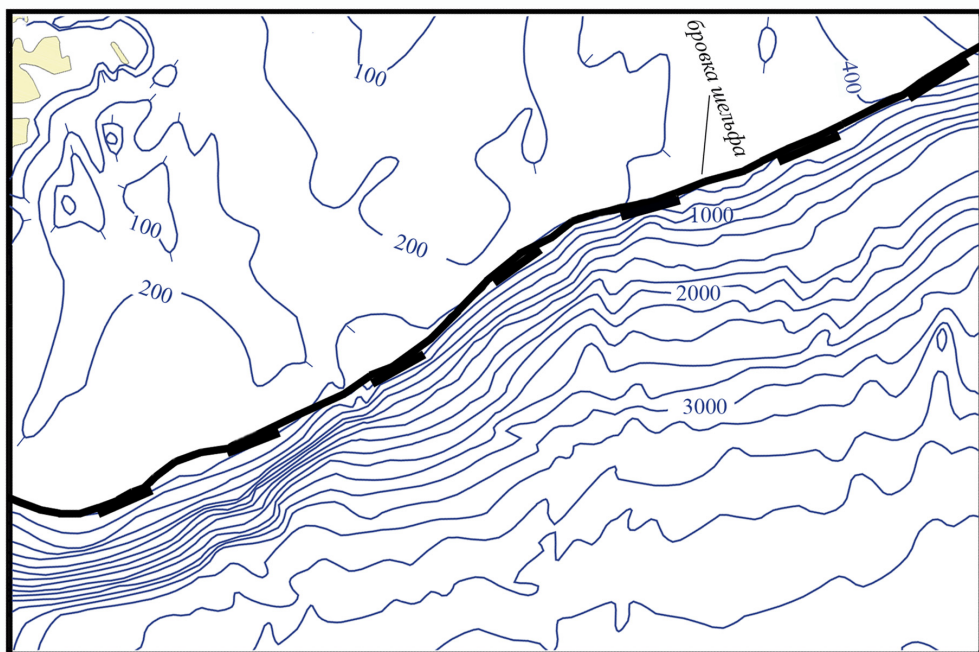


Рис. 9. Пример трассирования бровки шельфа.

тальных профильных материалах у бровки нередко наблюдается несколько выпуклых перегибов (рис. 6, б, профили 4, 8, 10, рис. 17). Этот факт необходимо упоминать в объяснительной записке. При косой ориентировке профиля относительно направления свала глубин, перегибы дна теряют свою выразительность (рис. 10).

Приемы трассирования структурных линий L_1 и L_2 (гребневых и килевых) в общем аналогичны проведению линий водоразделов и тальвегов на суше (рис. 11). Более сложные примеры, когда без дополнительных данных на основании одной лишь батиметрической основы возможны различные варианты проведения этих линий, приведены на рис. 12. При неуверенном трассировании структурных линий используется пунктир. Если на шельфе килевые и гребневые линии чаще бывают связаны с реликтовым эрозионным рельефом и встречаются не так уж часто, то на континентальном склоне они широко распространены в связи с расчленением дна подводными каньонами, долинами и ложбинами (рис. 13).

Морфоизографы — линии, фиксирующие изменения плановой кривизны, используются сравнительно редко и главным образом в качестве боковых ограничений элементарных поверхностей. Способы их проведения показаны на рис. 3. Обычно рисовка изобат отличается сглаженностью и плавностью, поскольку в основном они строятся методом интерполяции значений глубин между точками промера. Иногда это приводит к тому, что за морфоизографы принимаются линии выпуклого перегиба. Такой пример отмечен знаком линии L_5 на рис. 3.

Дополнительная характеристика профиля поверхностей на предварительной карте может быть дана с помощью векторных линий (рис. 14), их использование особенно рекомендуется при литодинамических построениях. При упрощенной схеме картографирования они не проводятся.

При составлении карт шельфа редко используются и характерные точки, поскольку подводные возвышенности здесь вследствие абразионно-аккумулятивного выравнивания имеют сглаженные вершины. Однако на поднятиях и хребтах океанического дна эти элементы встречаются, ввиду того, что там могут быть островершинные горы.

Вычленение элементарных поверхностей обеспечивается замыканием структурных линий. Индекс поверхности при этом определяется в зависимости от типа линий (или точек), ограничивающих поверхность сверху и снизу (прил. 1, табл. 1, 2). Для

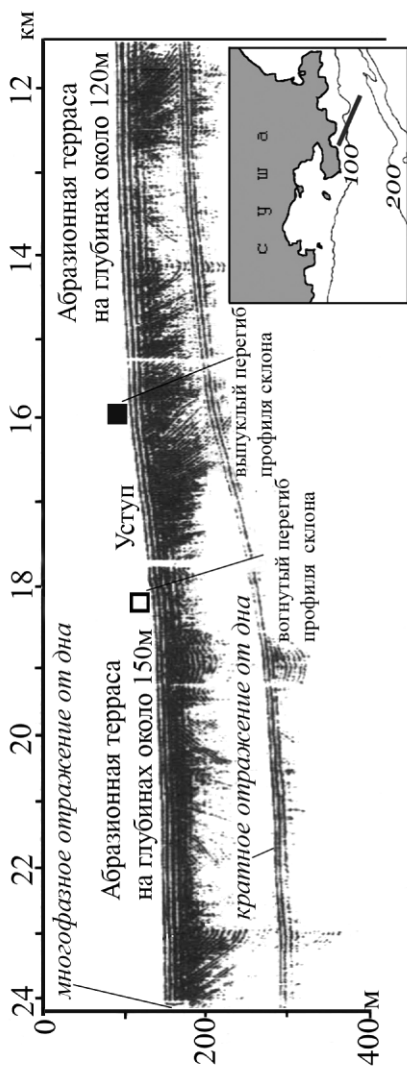


Рис. 10. Пример неясно выраженных перегибов поперечного профиля дна при косой по отношению к свалу глубин ориентировке профиля одноканального сейсмопрофилирования (см. врезку). Абразионный рельеф. Север Охотского моря (по [26]).

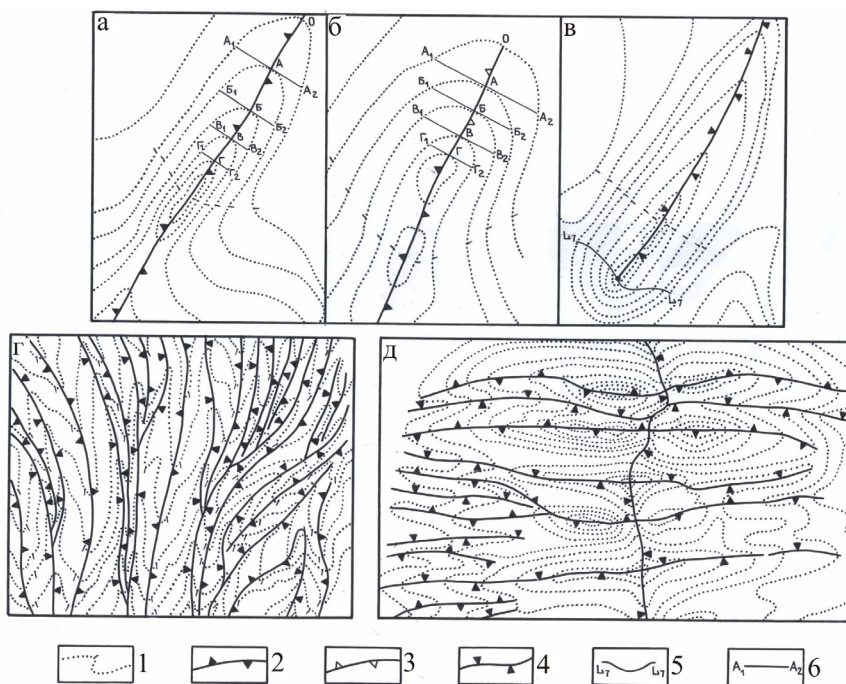


Рис. 11. Трассирование гребневых и килевых линий по батиметрическим картам.

Примеры гребневых (L_1) и килевых (L_2) линий.

а - трассирование продольной гребневой линии при уклонах земной поверхности вдоль структурной линии, меньших, чем уклоны в поперечном к ней направлении ($AO > AA_1$ и $AO > AA_2$, $AB > BB_1$ и $AB > BB_2$, и т.д.);

б - то же при изменении уклонов вдоль структурной линии, когда они становятся больше, чем в поперечном к ней направлении ($AO < AA_1$ и $AO < AA_2$, $AB < BB_1$ и $AB < BB_2$, и т.д.), гребневая линия не является поверхностьобразующей и становится дополнительной;

в - прекращение трассирования килевой линии на центрицинальном окончании отрицательной формы, описываемом дугами концентрических окружностей;

г - система продольных килевых и гребневых линий;

д - сочетание продольных и поперечной структурных линий:

1 - изолинии рельефа;

2-5 - структурные линии: 2 - поверхностьобразующие гребневые,

3 - дополнительные (вспомогательные) гребневые, 4 - килевые,

5 - морфоизографы;

6 - линии поперечных профилей.

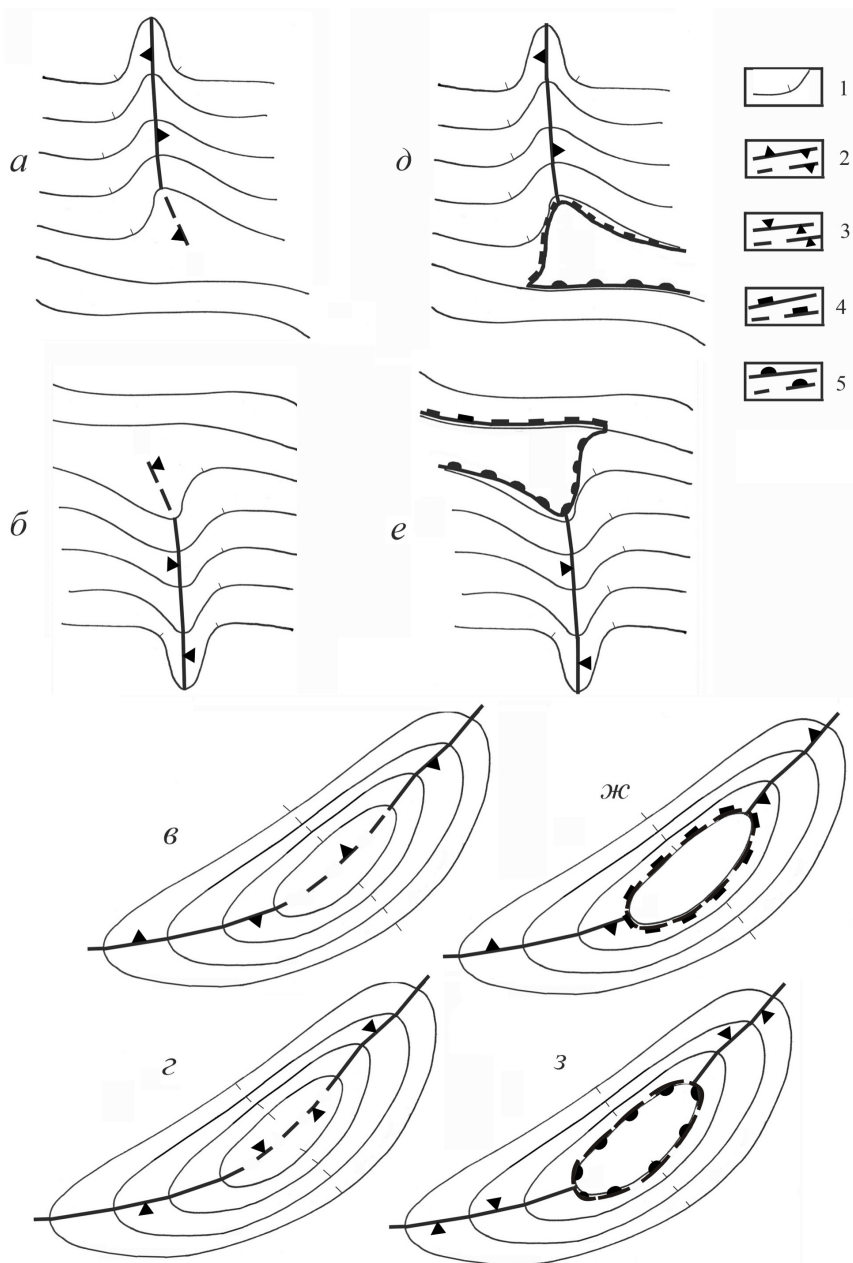


Рис. 12. Примеры неоднозначного трассирования килевых и гребневых линий.

1 - изобаты, 2-5 - структурные линии (см. рис. 7 и 11).

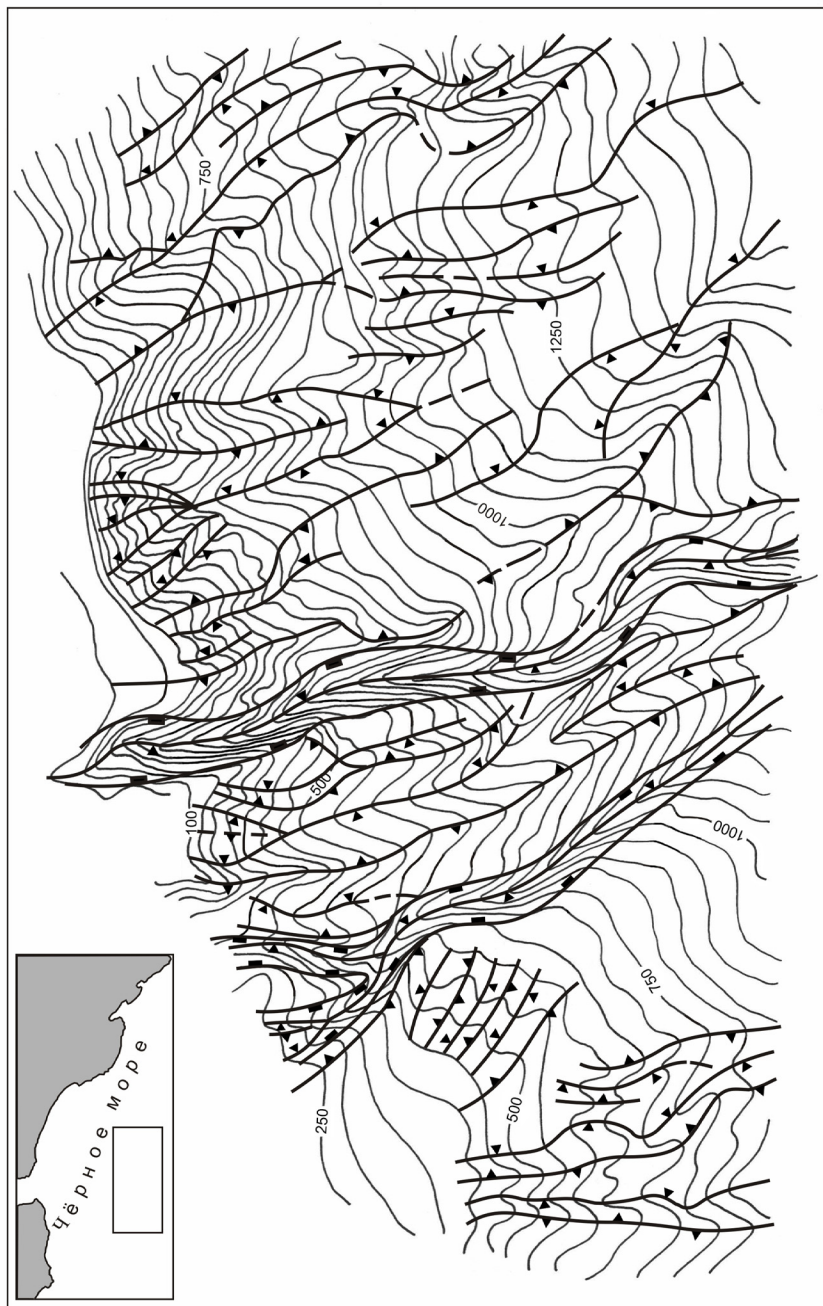


Рис. 13. Эрозионный рельеф и описывающие его структурные линии на континентальном склоне Черного моря.

На врезке показано расположение участка. Условные обозначения см. рис. 7 и 11.

Батиметрия по <http://chernomorneftegazcompany.ru/projects/pallasa/geochem.ru.htm>

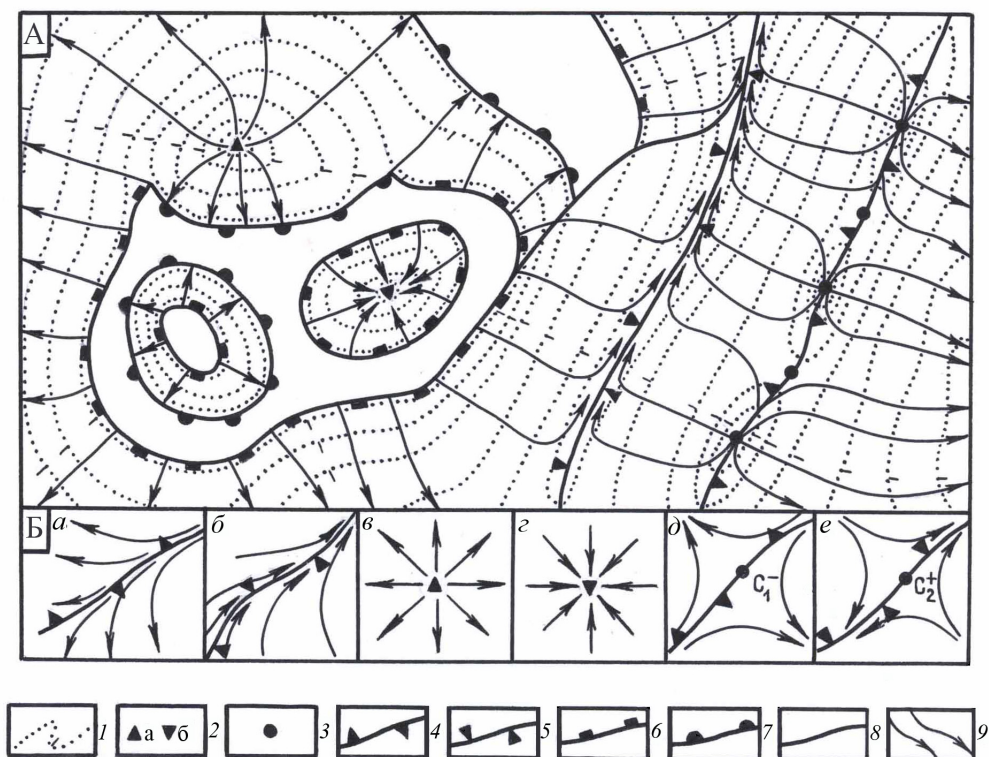


Рис. 14. Проведение векторных линий и их соотношение со структурными линиями и характерными точками.

1 - изолинии рельефа ; 2.3 - характерные точки: 2 - вершины (а - положительные, б - отрицательные), 3 - ундуляции структурных линий; 4-8 - структурные линии: 4 - гребневые, 5 - килевые, 6 - выпуклого перегиба, 8 - морфоизографы; 9 - линии тока.

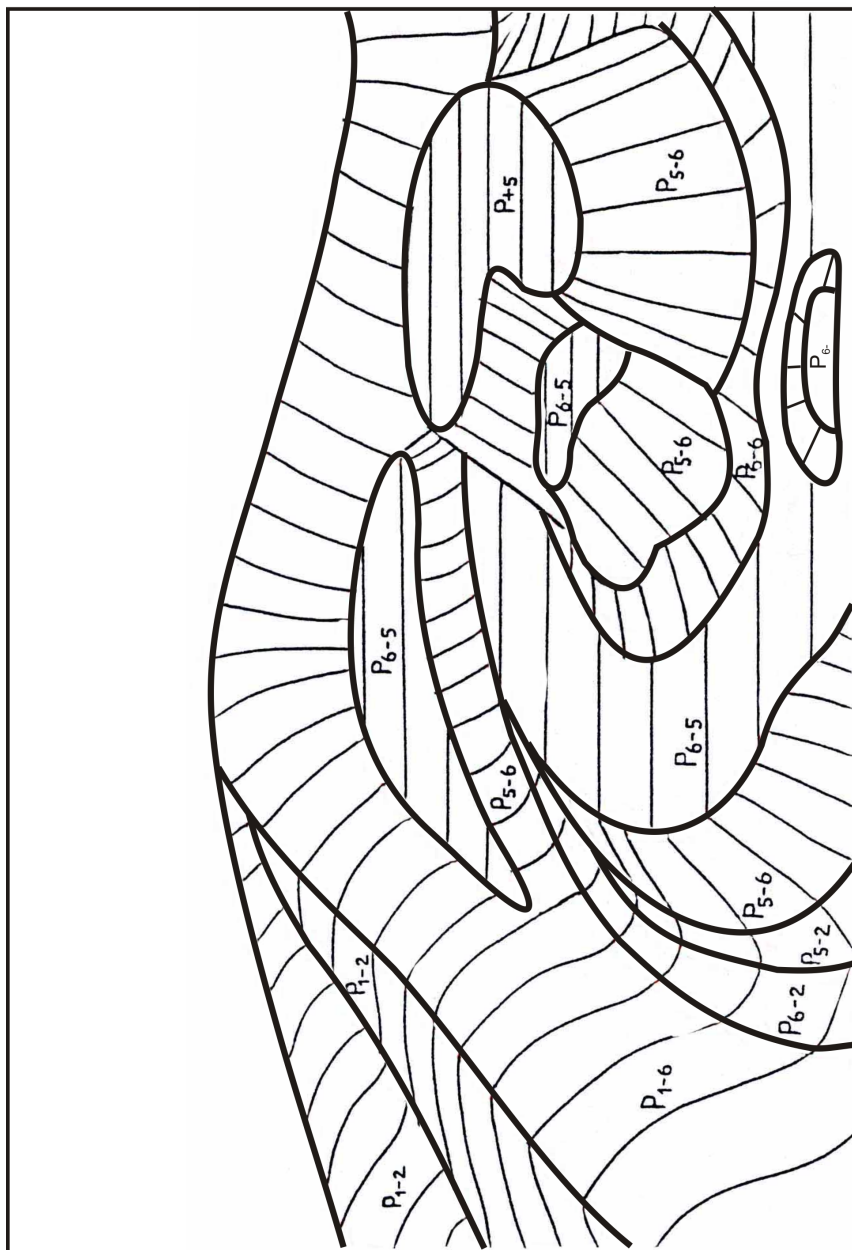


Рис. 15. Примеры элементарных поверхностей.

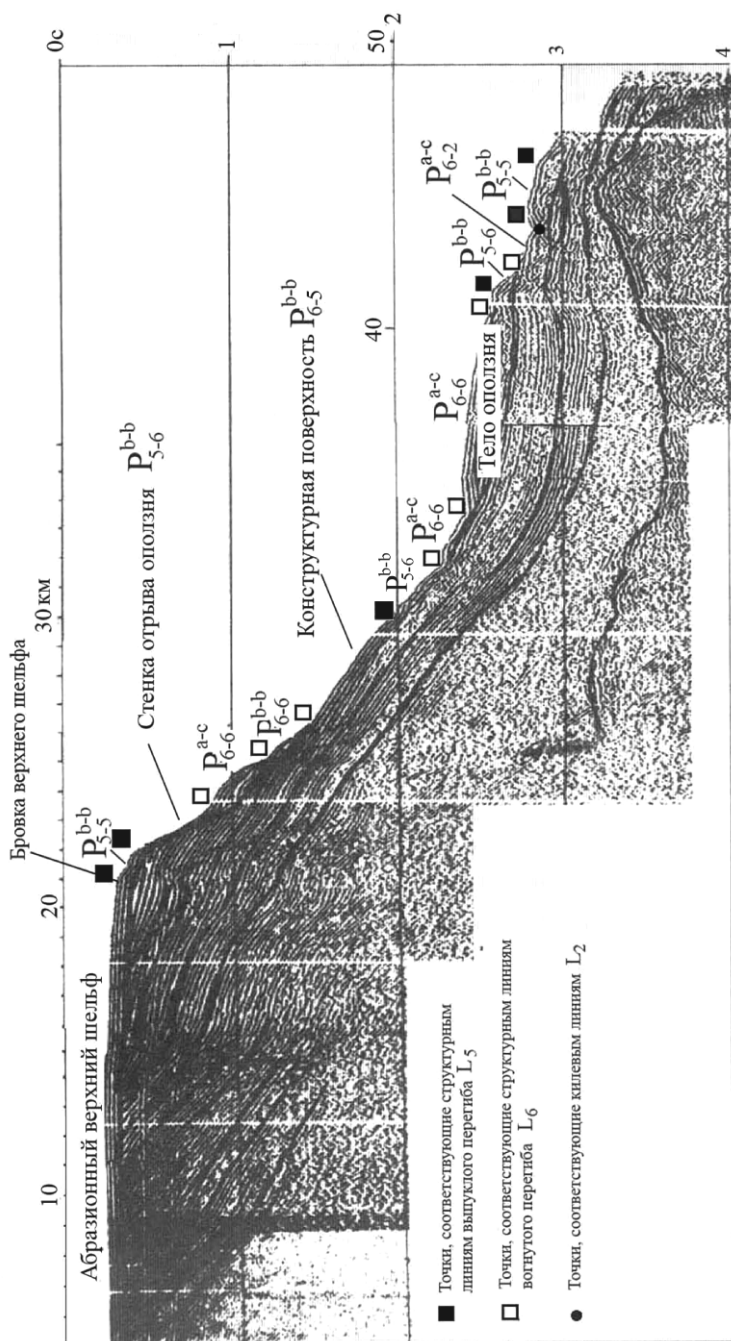


Рис. 17. Строение западного склона Курильской котловины. По данным одноканального профилирования по [26] дополнено морфологической характеристикой основных элементов рельефа дна. Соотношение вертикального и горизонтального масштабов 1 : 10. Расшифровку буквенно-цифровых индексов см. прил. 1.

более наглядного представления примеры элементарных поверхностей пояснены на рис. 15, 17.

Пример предварительной карты, построенной на основании батиметрической карты с сечением рельефа изобатами через 10 м, показан на рис. 16, А (см. вкл. 3 — рис. 16).

Предварительная карта представляется в масштабе 1 : 1 000 000 в черно-белом варианте в рамках листа, цвет изобат дается в соответствии с ЭБЗ, изобаты даются без разрядки. Снимаются только те из них, которые перекрываются внесмасштабными знаками. Обязательными элементами предварительной карты являются легенда и схема использованных материалов. Легенда состоит из двух блоков. В основном блоке приводятся элементы морфологической системы (характерные точки, структурные и векторные линии) и индексы, используемые на данной карте. Второй блок легенды составляют внесмасштабные и прочие знаки.

Схема использованных материалов приводится в масштабе 1 : 5 000 000. Она строится в соответствии с общими правилами и включает в себя сведения, как об использованных картах, так и о профильных материалах.

4. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

(итоговая)

4.1. Общие положения

Геоморфологическая карта (карта-итог, в терминологии предшествующего пособия) (прил. 3) составляется на заключительном этапе картографирования¹. Как и предварительная карта, она строится по аналитическому принципу, но на ней главными объектами картографирования являются уже элементарные поверхности (границы), однородные не только по морфологии, но и по генезису и возрасту. Дается характеристика морских берегов. Итоговая карта строится на базе предварительной геоморфологической карты (карты-основы) с привлечением всего комплекса геолого-геофизических и прочих данных, необходимых для историко-генетического истолкования рельефа. Используются сведения о геологическом строении дочетвертичных (доплиоценово-четвертичных) образований, чет-

¹ Обоснование масштаба итогового документа см. в разделе 2.1 настоящего пособия.

вертикальных (плиоцен-четвертичных) образований, рельефе коренного основания шельфа и прилегающей суши, о погребенном рельефе, о литологии и литодинамике современных отложений. На итоговой карте отражаются результаты изучения рельефа, рельефообразующих отложений, факторов и процессов рельефообразования, в том числе, современные, а также палеогеографические события новейшего этапа геологической истории. Выявление всех этих характеристик невозможно без целостной модели рельефообразования региона, учитывающей чередование трансгрессивно-регрессивных циклов и соответственно связанных с ними этапов субаквального абразионно-аккумулятивного выравнивания и субаэрального расчленения рельефа. Данная модель должна быть увязана с представлениями, на которых базируется серийная легенда карты четвертичных (плиоцен-четвертичных) образований.

Для всестороннего анализа данных и увязки построений, выполненных на площадях моря и суши, помимо интерпретационных карт, привлекаются первичные геолого-геофизические данные и аэрофотокосмические материалы, используются сведения о строении сопредельных территорий. Например, погребенная речная сеть и морские геоморфологические уровни изучаются не только в непосредственно прилегающей к шельфу прибрежной зоне, но и в удаленных от нее районах: первая — для установления возраста и областей сноса в регрессивные этапы новейшего геологического развития региона, а вторые — для оценки максимального положения уровня моря в этапы трансгрессий.

Границы элементарных поверхностей на итоговой карте, как правило, идентичны тем, которые оконтуривают морфологически однородные поверхности на предварительной карте. Однородность поверхности в генетическом отношении не означает, что она сформирована каким-либо одним процессом, нередко случаи сочетания денудационных, аккумулятивных и денудационно-аккумулятивных процессов. Примерами могут служить эрозионно-денудационные, абразионно-аккумулятивные поверхности и пр.

Согласно действующим Требованиям [34], при составлении окончательной геоморфологической карты используются две возрастные характеристики: длительность формирования рельефа и его возраст. Под длительностью при этом понимается геологическое время, прошедшее с начала формирования рельефа до его завершения. Если же известно только время завершения

развития поверхности, то пользуются категорией «возраст рельефа». Тектоногенная поверхность соотносится со временем активности на этапе рельефообразования соответствующей ей структуры, денудационные и конструктурно-денудационные поверхности датируются по правилу: «поверхность моложе самых молодых отложений, срезаемых ею и древнее самых древних слоев, перекрывающих ее на отдельных участках» [14]. Аккумулятивные поверхности датируются по возрасту образующих их отложений. Детальнее вопросы датировки и ее примеры рассмотрены в действующих Требованиях [34]. В качестве справочных материалов рекомендуется использовать классические и современные фундаментальные труды по общей геоморфологии [2, 35 и др.], литературу по вопросам геоморфологического картографирования [1, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 32], региональной морской геологии и геоморфологии, методам морских исследований [26–31].

Помимо изображения генезиса (цветом) и длительности развития (возраста) рельефа (геологическими индексами), на итоговой геоморфологической карте показываются:

- характерные по морфологии и уверенно определенные по своему генезису одиночные и мелкие формы (внемасштабными знаками);

- элементы погребенного дочетвертичного рельефа (долины, водоразделы, уступы и др.);

- элементы палеогеографии (контуры распространения ледников, древние береговые линии, подводные долины и др.), желательно с указанием их возраста (индексом);

- современный рельеф берегов: клифы, крупнейшие пляжи, бенчи, бары, косы, гряды, промоины, борозды стока, лагуны и др.;

- элементы современной эндо- и экзодинамики (эпицентры землетрясений, неотектонически активные разломы, участки интенсивного проявления гравитационных процессов, а также размыва, карста, термоденудации, затопления и подтопления, направление потоков наносов);

- геологические памятники природы, археологические объекты, территории с особым природоохранным статусом;

В том случае, когда показ вышеперечисленных объектов ведет к перегрузке карты мелкими деталями и снижает ее читаемость, возможно вынесение этой нагрузки на дополнительные врезки к карте.

Структурные линии показываются согласно ЭБЗ. Батиметрия на итоговой карте, как правило, приводится без разрядки, за исключением участков, где такой показ снижает читаемость карты.

4.2. Особенности историко-генетической интерпретации рельефа морского дна

При определении происхождения и истории развития современного подводного рельефа следует исходить из представлений о том, что в нем с разной степенью контрастности и с разной полнотой запечатлены регрессивные и трансгрессивные этапы развития шельфа в новейшее время (рис. 18). Первые из них проявляются в распространении поверхностей субаэрального расчленения, в основном созданных эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек и экзарационно-аккумулятивной деятельностью ледников.

Если на суше поверхности выравнивания рассматриваются в качестве исходных элементов при каждом новом этапе рельефообразования, то на шельфе в такой же роли выступают поверхности субаэрального расчленения. Вслед за регрессиями, вызвавшими их формирование, наступали трансгрессивные этапы, во время которых происходила различная по степени переработка субаэрального рельефа — выравнивание с образованием соответствующих генетических типов рельефа: абразионно-аккумулятивного, абразионного или аккумулятивного. Поскольку процессы, обусловившие их возникновение, локализованы только в зоне волнового воздействия, то за ее пределами степень сохранности субаэрального рельефа, как правило, выше; здесь она определяется характером и темпами неволновой аккумуляции и деятельностью течений (рис. 19). При последующей переработке субаквальными процессами разновозрастные элементы рельефа могут оказаться разобщенными (рис. 20).

Отражение на карте происхождения рельефа, прежде всего, базируется на выделении его основных, а затем последовательно более дробных генетических категорий. Выяснение генезиса подводного рельефа нередко представляет собой сложную задачу. Важно помнить, что в первую очередь требуется охарактеризовать рельефообразующий процесс, ответственный за формирование основного облика поверхности. Спецификой

подводного рельефа является почти повсеместное облекание его покровом поверхностных отложений. Наличие такого покрова не делает автоматически рельеф аккумулятивным. Например, абразионная поверхность, прикрытая маломощным плащом рыхлых отложений, на карте показывается как поверхность абразионного генезиса. Степень моделирования рельефа последующей аккумуляцией, если она имеет заметное сглаживающее влияние, следует охарактеризовать в легенде. Но только тогда, когда покров поверхностных отложений делает неявными основные особенности предшествующего рельефа, принципиально меняя облик поверхности, генезис поверхности трактуется как аккумулятивный. Наличие следов реликтового рельефа необходимо фиксировать на карте и отмечать в тексте легенды. Аналогично следует подходить к трактовке генезиса поверхностей преобразованных другими процессами (гравитационными, термоденудационными и пр.). Элементарную поверхность можно считать новообразованной, если она складывается новыми порциями минерального вещества и занимает новое положение, определяемое ее соотношением со смежными гранями и слагающими их геологическими телами [1, 14], таким образом, поверхности с маломощным плащеобразным облеканием и незначительным параллельным срезанием новообразованными не являются.

Более сложный случай представляет диагностика генезиса при наличии признаков сопутствующих или вторичных наложенных процессов. Например, осложнение тектоногенных или аккумулятивных склонов гравитационными процессами, или морских абразионно-аккумулятивных поверхностей термоденудацией фиксируется на карте как осложняющий или наложенный процесс, если преобразование полностью не уничтожает облик поверхности. Здесь морфологические особенности играют решающую роль. На карте цветом показывается основной процесс, а сопутствующий, моделирующий, осложняющий, наложенный – соответствующим крапом. Покмарки в днищах отрицательных форм, штрихи и борозды, обусловленные сезонными льдами на современном мелководье или реликтовые борозды айсбергового выпаживания на больших глубинах, мелкая гравитационная складчатость на континентальных склонах [16] – все это осложняющие наложенные элементы.

Если масштаб карты не позволяет показать детали строения в пределах узкого вытянутого контура, то на карту выносятся генезис поверхности, занимающей здесь наибольшую

площадь, а для изображения деталей могут быть использованы немасштабные знаки. К примеру, склон, аналогичный представленному на рис. 17, если позволяет масштаб, может быть разбит на элементы денудационного, конструктурно-денудационного и аккумулятивного генезиса. Но если контур настолько узок, что в нем нельзя отразить все детали, то на карте склон может быть показан как имеющий смешанный денудационно-аккумулятивный генезис, обусловленный комплексом субаквальных гравитационных процессов. Если же не удастся разместить внутри знак конструктурного уступа, то в легенде следует указать, что поверхность включает такие-то элементы, не выраженные в масштабе карты.

Историко-генетическая интерпретация начинается с изучения предварительной геоморфологической карты и анализа ее в сопоставлении с КЧО, ГКДЧ, ЛКДО и картами мощностей покровных отложений. Каждая генетическая категория характеризуется специфическим набором морфологических и геологических признаков. По результатам их изучения намечаются поверхности с развитием тектоногенного, структурного, вулканогенного, конструктурно-денудационного, денудационного, аккумулятивного рельефа и рельефа смешанных категорий. Предварительные выводы заверяются детальными материалами. При этом необходимо учитывать чувствительность и особенности методов. К примеру, сейсмическими методами и методами сейсмоакустики могут не фиксироваться крутонаклонные погребенные поверхности. Категории типовой легенды, предусмотренные инструктивными документами и ЭБЗ, конкретизируются применительно к картируемым единицам данного листа и серии [17, 34]. Исследуется реликтовый рельеф, который на шельфе бывает представлен фрагментами речной сети, барами, косами, лагунами, моренными грядами и др. Реликтовые субаэральные эрозионные формы не следует смешивать с созданными в субаквальных условиях, например, промоинами в устьях или на контакте пород и осадков с разной устойчивостью к размыву (рис. 18). Они, как правило, имеют локальное распространение и, в отличие от затопленной речной сети, не образуют характерных разветвленных систем, связанных с долинами суши [11, 12]. Нужно учитывать, что при последующей переработке субаквальными процессами сходные по морфологии и при этом одновозрастные элементы рельефа могут оказаться пространственно разобщены участками, где исходный рельеф практически сnivelирован (рис. 20). Выполняя син-

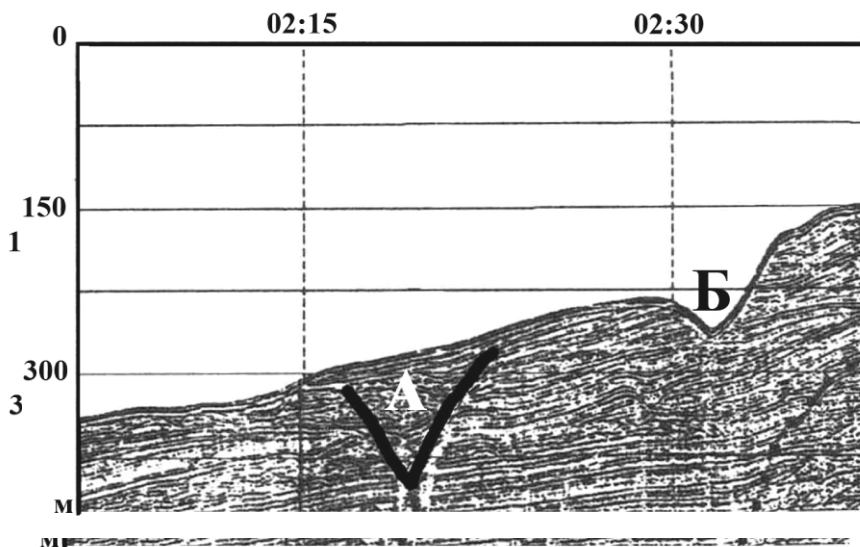


Рис. 18. Пример погребенного (А) и сохранившегося на поверхности дна (Б) реликтового субаэрального эрозионного рельефа (по данным одноканального сейсмопрофилирования. Охотское море (по [26])).

хронизацию выделенных поверхностей, устанавливая этапность развития рельефа, необходимо учитывать, что разновозрастные террасы и равнины не всегда имеют одни и те же батиметрические отметки. Это связано не только с последующими деформациями и балансом наносов, но и с тем обстоятельством, что водная поверхность на Земле вследствие гравитационных аномалий имеет значительный перепад высотных отметок [10].

Основные генетические категории субаквального рельефа

ТЕКТОНОГЕННАЯ ГРУППА

т и п ы:

- дизъюктивный
- пликтивный
- сейсмогенный

ВУЛКАНОГЕННАЯ ГРУППА

п о д г р у п п ы:

- деструктивная
- аккумулятивная
- деформационная

ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКАЯ ГРУППА

ДЕНУДАЦИОННАЯ ГРУППА

подгруппы:

- гравитационная
- морская волновая

типы:

- абразионный
- флювиальная *,**
- карстовая
- криогенная (термоденудационная)
- гляциальная (экзарационная)
- смешанного типа

поверхности:

— созданные совместным действием разных агентов денудации

- абразионно-денудационные
- эрозионно-денудационные *,**
- комплексной денудации
- структурно-денудационная

поверхности:

- созданные препарировкой разрывных дислокаций
- созданные литоморфной препарировкой:
- слоев осадочных и метаморфических пород
- вулканогенных образований
- интрузивных образований

ДЕНУДАЦИОННО-АККУМУЛЯТИВНАЯ ГРУППА

подгруппы:

- гравитационная
- абразионно-аккумулятивная
- флювиальная
- смешанного типа

АККУМУЛЯТИВНАЯ ГРУППА

подгруппы:

- гравитационная
- флювиальная
- гравитационно-флювиальная

* реликтовые субаэрального происхождения.

** субаквального происхождения.

- бассейновая морская¹
- поверхности:
 - гидрогенные (волновые, течениевые, нефелоидные)
 - ледово- и ледниково-морские
 - биогенные
 - хемогенные
 - бассейновая океаническая²

КОСМОГЕННАЯ ГРУППА

- подгруппы:
 - деструктивная

ТЕХНОГЕННАЯ ГРУППА³

- подгруппы:
 - деструктивная
 - аккумулятивная

Принципы детализации отдельных категорий рассмотрены в действующих Требованиях [34].

На итоговой геоморфологической карте показываются элементы погребенного рельефа. Среди них могут быть как созданные субаэральными процессами, так и субаквальными (рис. 19, 21). При выяснении связей между строением эрозионных элементов в современном и погребенном рельефе необходимо иметь в виду, что в ряде случаев долины с крутыми склонами могут быть плохо различимы на профилях НСАП⁴.

4.3. Элементы зарамочного оформления геоморфологической карты

Зарамочное оформление итоговой геоморфологической карты регламентируется действующими Требованиями [34].

¹ Подразделяются с учетом классификации, принятой для КЧО.

² Подразделяются с учетом классификации, принятой для КЧО.

³ Степень освоения человеком береговой зоны и морских мелководий России неодинакова. Если в южных морях подводные карьеры, свалки и пр. встречаются часто, и на них обращают внимание, то в северных морях техногенный рельеф может оказаться упущенным.

⁴ Методы анализа сейсмоакустических материалов, направленные на выявление погребенных абразионных и аккумулятивных образований, не являются предметом рассмотрения в настоящем пособии. Им посвящены специальные работы [22].

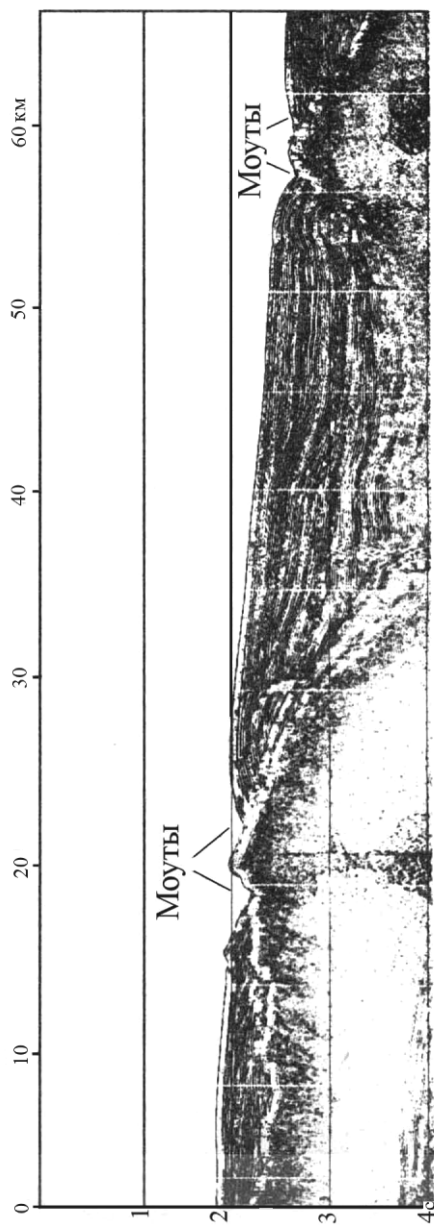


Рис. 19. Пример флювиального рельефа субаквального происхождения: моуты – промоины у выступов фундамента (по данным одноканального сейсмопрофилирования). Охотское море (по [26]).

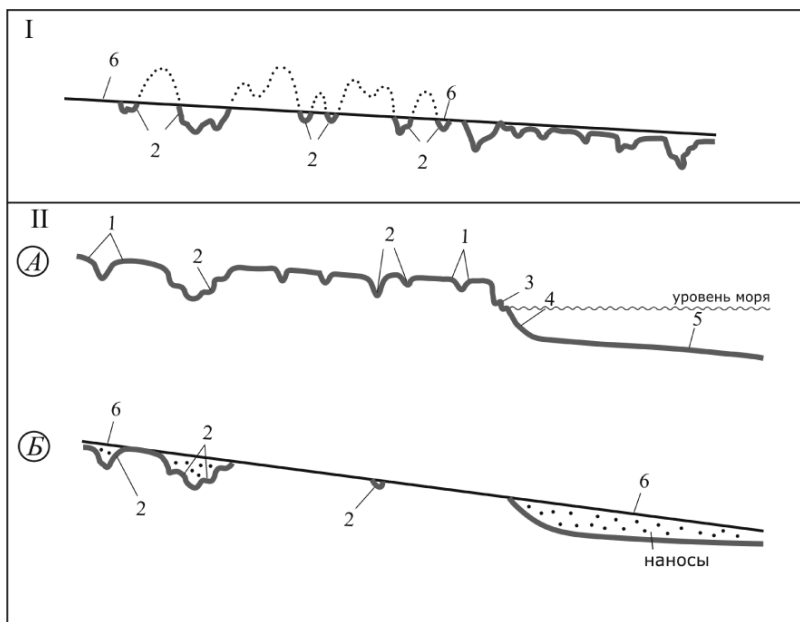


Рис. 20. Примеры переработки предшествующего рельефа трансгрессирующим морем (по [24], с изменениями):

I – фрагментарное срезание; II – срезание, приводящее к пространственному разобщению одновозрастных элементов: А – исходная ситуация до начала трансгрессии; Б – результат трансгрессии. Условные обозначения: 1 – исходная одновозрастная подводно-надводная поверхность, 2 – субаэральные эрозионные врезы, 3 – береговые аккумулятивные образования (валы и пляжи), 4 – подводный береговой склон, 5 – поверхность подводной террасы, 6 – результирующая поверхность.



Рис. 21. Пример погребенных палеошельфов (по [26]).

В соответствии с ними обязательными элементами карты являются:

- легенда,
- схема геоморфологического районирования,
- схема использованных материалов,
- схема расположения листов серии Гостгеолкарты-1000/3,
- схема административного деления.

Все эти элементы оформляются согласно Требованиям [34].

Схема геоморфологического районирования и орографическая схема районов, включающих морское и океаническое дно, могут размещаться как в зарамочном пространстве, так и в тексте объяснительной записки. Методика их составления с позиций системно-морфологического анализа не отражена в данном пособии, поскольку выходит за рамки аналитического картографирования. Изложение этой методики требует специального теоретического обоснования с рассмотрением вопросов геоморфологической иерархии и субординации. Согласно современным представлениям о геосистемах, в основу должно быть положено понятие о меронии. Оно означает последовательное расположение в одном иерархическом ряду и изображение на одномасштабных картах трех принципиально разных по своей сущности категорий соподчиненных образований различной степени сложности (меронов), которые фиксируются и изучаются на трех уровнях системно-морфологических исследований. На первом, самом низшем, уровне сложности (аналитическом этапе) фиксируются элементы ЗП. На втором этапе выявляются геоморфосистемы — мероны второго уровня сложности — формы земной поверхности — орографические формы. Это возможно при условии строгих определений состава и строения (структуры) в виде целостных, закономерно связанных в пространстве сочетаний из предварительно выделенных и формализованных элементов. Районирование является высшим, или третьим, уровнем исследования и картографирования, в рамках которого устанавливаются связи между формами земной поверхности (геоморфосистемами). Все отношения и общности геоморфосистем, как в структуре, так и в местоположении, организуют и группируют некое множество геоморфосистем в надгеоморфосистемы (НГМС). Последние являются целостными геообразованиями, фиксируемыми на картах данного масштаба и относящимися к третьей категории меронов высшей сложности. В основе данных представлений, развиваемых А. Н. Ласточкиным, лежат труды классиков отечественной

геоморфологии Д. В. Борисевича, А. И. Спиридонова, Н. А. Флоренсова. Разработка методики выделения геоморфосистем и надгеоморфосистем в рельефе морского и океанического дна с позиций современных теоретических представлений является задачей дальнейших разработок.

4.3.1. Легенда

Легенда строится в форме вертикального ряда (рядов) условных обозначений картографируемых объектов, разделенных на блоки в соответствии с генетической классификацией и с соблюдением последовательности знаков внутри блоков. Знаки поверхностей одинакового происхождения, но различающиеся по возрасту, располагаются в геохронологической последовательности сверху вниз от молодых к древним. Индекс поверхности помещается внутри соответствующего закрашенного прямоугольника.

В пояснительном тексте к знакам указывают генезис поверхностей и их возрастную характеристику. При пояснении знаков поверхностей применяются такие термины как пластовая равнина, плато, поверхности выравнивания, поверхности террас, склоны, уступы и подножия в зависимости от морфологии объектов. Для поднятых и затопленных морских террас приводятся абсолютные высоты их береговых линий.

Особо в легенде группируются знаки, характеризующие вторичные, наложенные процессы и поля развития множественных мелких форм, а также используемые немасштабные знаки.

Отдельный блок легенды составляют условные знаки, характеризующие морфологию рельефа. Он включает обозначения каркасных элементов рельефа (структурных линий), а также знаки, отражающие относительно батиметрическое положение поверхностей (верхних, склоновых, нижних). При упрощенной схеме картографирования обозначаются только верхние и нижние замкнутые элементы (поверхности P_{+5} и P_{6-}).

Также в виде отдельного блока даются обозначения типов морских берегов.

При применении на карте цифровых индексов обозначения в легенде нумеруются.

5. ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Раздел «Геоморфология» объяснительной записки к комплекту карт листа регламентируется действующими Требованиями.

С учетом двухэтапного построения геоморфологической карты во вводной части дается еще и характеристика рельефа, имеющаяся на предварительной карте, характеризуются морфологические состав и структура, виды элементов и их площадное распространение, рассматриваются сложные и нестандартные случаи выделения элементов, их соотношения, рисунки структурных линий.

При описании итоговой геоморфологической карты последовательно в соответствии с легендой характеризуются все генетические и возрастные компоненты с указанием их представительности в рельефе, характерных признаков и особенностей. Особое внимание уделяется геоморфологическим факторам образования и концентрации полезных ископаемых и загрязняющих веществ, уязвимости природной среды. При наличии в границах листа редких и уникальных геоморфологических объектов о них также упоминают в записке.

В заключительной части раздела рассматриваются история развития рельефа, ее этапы, характеризуются современные процессы, в том числе опасные, дается прогноз развития рельефа, формулируются практические выводы. Раздел иллюстрируется картами-врезками, блок-диграммами, разрезами, фрагментами профилей НСАП, акустическими изображениями, полученными с помощью ГБО и пр.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный этап геоморфологического картографирования морского и океанического дна по программе Госгеолкарта-1000 характеризуется определенными противоречиями. С одной стороны, картографированием охвачены значительные площади, при этом реализуются современные системно-морфологические методики, используются ГИС-технологии, с другой стороны, очевидно снижение статуса и прикладного значения геоморфологических построений в рамках ГГК и возрастание кадрового голода.

Составляя пособие, авторы не претендовали всеобъемлющий охват проблем и методов морского аналитического геоморфологического картографирования. Основной своей задачей они счи-

тали обобщение имеющегося опыта и учет специфики работ, рассмотрение сложных случаев и типичных ошибок. Изложенные здесь приемы и подходы в общем плане не являются исключительно специфичными для акваториальных областей. Ряд вопросов, недостаточно разработанных к настоящему времени, в пособии намеренно не затрагивался, например, выходящие за рамки аналитического этапа проблемы орографии и геоморфологического районирования, а также проблема увязки построений для суши и моря. Помимо решения этих проблем, задачами дальнейших разработок являются совершенствование генетической классификации и создание атласа основных видов картографируемых поверхностей, целенаправленное использование ГИС-технологий и развитие ЭБЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генезис рельефа /Г. Ф. Уфимцев, Д. А. Тимофеев, Ю. Г. Симонов и др. — Новосибирск: Наука, 1998. 176 с.
2. Геоморфология / С. Ф. Болтрамович, А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин и др.; Под ред. А. Н. Ласточкина и Д. В. Лопатина. — М.: Издат. Центр «Академия», 2005. 528 с.
3. Государственная геологическая карта России масштаба 1 : 1 000 000. Лист S-38-40 — Маточкин Шар. — СПб., 1999.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист R-38-40 — о. Колгуев. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000. Лист R-41-42 — о. Белый. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004.
6. Ермолов В. В. Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании. — Новосибирск: СО АН СССР, 1964. 41 с.
7. Евсюков Ю. Д., Шимкус К. М. Геоморфология шельфа и верхней части материкового склона к югу от Архипо-Осиповки (Черное море)// Океанология, 2002. Т. 42, № 1, с. 152—155.
8. Зинченко А. Г., Ласточкин А. Н. «Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона Российской Федерации применительно к задачам Гостеолкарты-1000». — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. 38 с.
9. Зинченко А. Г. Прогноз ловушек загрязняющих веществ на шельфе Баренцева моря по геоморфологическим данным // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. — СПб.: ВНИИ-Океангеология, 2002, вып. 4. С. 205—213.
10. Клиге Р. К., Данилов И. Д., Конищев В. Н. История гидросферы. — М.: Научный мир, 1998. 368 с.
11. Ласточкин А. Н. Структурно-геоморфологические исследования на шельфе. — Л.: Недра, 1978. 247 с.
12. Ласточкин А. Н. Методы морского геоморфологического картографирования. — Л.: Недра, 1982. 272 с.
13. Ласточкин А. Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). — СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. 762 с.
14. Ласточкин А. Н. Субгляциальная геоморфология Антарктики. Теория, методика и результаты. 2006. Т. 1. 202 с.; 2007. Т. 2. 244 с. — СПб.: Изд-во СПбГУ.

15. Лоскутов Ю. И., Кузнецова Г. Ф., Филатова Н. Р. Возраст рельефа и геологическое картирование / Время и возраст рельефа. — Новосибирск, 1994. С. 59–62.

16. Маев Е. Г. Гравитационные процессы на континентальном склоне Каспийского моря // Геоморфология, 2004, № 1. С. 103–113.

17. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. — Л.: Недра, 1972. 384 с.

18. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). — М. — СПб., 2007.

19. Методические указания по составлению геоморфологических карт при средне- и крупномасштабной геологической съемке / Сост. Г. С. Ганешин. Ред. В. В. Соловьев. — Л.: ВСЕГЕИ, 1980. 60 с.

20. Морфология рельефа / Г. Ф. Уфимцев, Д. А. Тимофеев, Ю. Г. Симонов и др. — М.: Научный мир, 2004. 184 с.

21. Осинцева Н. В. Геоморфологическое картографирование. — Томск: Изд-во ТГУ, 2002. 54 с.

22. Основы изображения рельефа на морских картах. — М.: ГУНИО МО СССР, 1973. Адм. № 9349.162 с.

23. Прикладная геоморфология на основе общей теории геосистем / А. Н. Ласточкин и др. — СПб., 2008. 392 с.

24. Проблемы и методы изучения геологического строения и полезных ископаемых шельфа // Геология и геофизика / А. К. Соколовский, В. Ф. Заузолков, Л. Л. Лахов и др.; под ред. А. К. Соколового. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. 691 с.

25. Руководящие документы ГУНИО МО по съемке рельефа дна и составлению и изданию морских карт.

26. Сваричевский А. С., Белоус О. В. Экзогенный рельеф дна Охотского моря / Проблемы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. — Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 69–81.

27. Сваричевский А. С. Рельеф дна Охотского моря // Проблемы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. — Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 82–97.

28. Сваричевский А. С. Геоморфологический анализ: обзор методов генетической интерпретации рельефа и их применимость на море. Вопросы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. — Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 54–62.

29. Сваричевский А. С. Рельеф кровли акустического фундамента в Охотском море // Вопросы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. — Владивосток: Дальнаука, 1999. 122 с.

30. Сваричевский А. С., Свинников А. И., Мельниченко Ю. И. Геоморфология Голыгинской впадины (Охотское море) // Вопросы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. — Владивосток: Дальнаука, 1999. 122 с.

31. Селивёрстов Н. И. Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. — М.: Научный мир, 1998. 164 с.

32. *Спиридонов А. М.* Геоморфологическое картографирование. — М.: Недра, 1985. 183 с.

33. Структурная геоморфология континентальных окраин / А. А. Чистяков, Ю. Я. Кузнецов, В. В. Шолохов, Ю. А. Улицкий. — М.: Недра, 1983. 213 с.

34. Требования по созданию дополнительных карт и схем к комплекту Госгеолкарты-1000/3: геоморфологическая карта (Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»). — СПб., 2005.

http://www.vsegei.ru/etc/trebovaniya._geomorfologitcheskaya_karta.doc

35. *Шукин И. С.* Общая геоморфология. Т. 1—3. — М.: Изд-во МГУ, 1964.

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ДНА
АКВАТОРИЙ (МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА)
В КОМПЛЕКТЕ ГОСГЕОЛКАРТЫ-1000/3**

Технический редактор *О. Е. Степурко*
Корректор *Е. А. Зотова*
Компьютерная верстка *В. В. Калинина*

Заказ 80128030

Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74. Тел. 328-87-85, факс 328-90-47

Картографическая фабрика ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72
Тел. 328-9190, факс 321-8153