Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Н. КАРАЗИНА

На правах рукописи

Блинкова Ольга Андреевна

УДК 551.432:835

**ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА МОРСКОГО ДНА**

**(НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНО-КАВКАЗСКОГО РАЙОНА ЧЕРНОГО МОРЯ)**

11.00.04 - Геоморфология и палеогеография

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор

Черванев Игорь Григорьевич

Харьков - 2003

Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ………………………………………………………………………………… | 4 |
| Раздел 1. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ………………………………………………………………………… | 11 |
| 1.1. Общий подход к изучению подводного рельефа………………………………… | 11 |
| 1.2. Развитие математических методов в геоморфологии…………………………… | 13 |
| 1.3. История исследования геоморфологического и геологического строения западно-кавказского района Черного моря……………………………………………. | 14 |
| 1.4. Эволюция представлений о морфологии и происхождении подводных каньонов………………………………………………………………………………….. | 15 |
| 1.5. Прикладные задачи изучения рельефа морского дна при проектировании подводных геотехнических сооружений………………………………………………. | 19 |
| 1.6. Местоположение тестового участка дна Черного моря………………………… | 21 |
| РАЗДЕЛ 2. МЕТОДОЛОГИЯ ЧИСЛЕННОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЛЬЕФА……………………………………………………………………… | 24 |
| 2.1. Вопрос применимости методов анализа флювиального рельефа для анализа рельефа материкового склона………………………………………………………….. | 24 |
| 2.2. Выделение структурных линий…………………………………………………… | 25 |
| 2.3. Анализ производных рельефа…………………………………………………….. | 31 |
| 2.4. Физическая интерпретация алгоритма «падающей капли»…………………….. | 34 |
| 2.5. Организация данных о структурных линиях рельефа………………………….. | 35 |
| 2.6. Метрические характеристики структурных линий……………………………… | 38 |
| 2.7. Спектральные характеристики структурных линий…………………………….. | 40 |
| 2.7.1. Спектральное оценивание методом преобразования Фурье……………… | 40 |
| 2.7.2. Спектральное оценивание методом авторегрессии……………………….. | 44 |
| 2.8. Статистические характеристики структурных линий…………………………… | 47 |
| 2.9. Структурные поверхности………………………………………………………… | 47 |
| 2.10. Линейный синтез моноповерхностей…………………………………………… | 49 |
| 2.11. Мультиквадриковый метод синтеза моноповерхностей………………………. | 51 |
| 2.12. Синтез моноповерхностей с помощью бигармонических функций…………... | 53 |
| 2.13. Характеристики моноповерхностей…………………………………………….. | 55 |
| 2.14. Совместный анализ моноповерхностей…………………………………………. | 56 |
| РАЗДЕЛ 3. СТРУКТУРНЫЙ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ТЕСТОВОГО УЧАСТКА МОРСКОГО ДНА……………………………….. | 58 |
| 3.1. Общие метрические характеристики структурных линий…………………….. | 58 |
| 3.2. Распределение структурных линий по глубинам………………………………... | 64 |
| 3.3. Углы наклона структурных линий………………………………………………... | 67 |
| 3.4. Гармонический анализ профилей структурных линий………………………….. | 72 |
| 3.5. Гладкость структурных линий……………………………………………………. | 82 |
| 3.6. Синтез и анализ характеристик структурных поверхностей тестового участка | 84 |
| Раздел4. ГЛУБИНА ЭРОЗИОННОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА…………………. | 97 |
| РАЗДЕЛ 5. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕСТОВОГО УЧАСТКА МОРСКОГО ДНА………………………………………………………………………….. | 103 |
| 5.1. Геоморфологическое зонирование……………………………………………….. | 103 |
| 5.2. Морфометрические характеристики рельефа различных зон………………….. | 107 |
| 5.3. Спектры профилей структурных линий различного порядка, расположенных в различных зонах………………………………………………………………………. | 120 |
| 5.4. Характерные особенности базисных и вершинных моноповерхностей различных порядков в пределах различных геоморфологических зон……………… | 128 |
| 5.5. Строение подводных каньонов западно-кавказского района Черного моря…… | 140 |
| ВЫВОДЫ…………………………………………………………………………………… | 142 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ………………………………………. | 147 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А…………………………………………………………………………. | 156 |

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Изучение подводного рельефа, недоступного непосредственному наблюдению, в очень большой степени зависит от совершенства технических средств. Широкомасштабные исследования рельефа дна Мирового океана начались в последнее время в связи с появлением современных технических средств и технологий изучения морского дна (многолучевых эхолотов, гидролокаторов бокового обзора, космических систем дистанционного зондирования), позволяющих изучать большие площади морского дна с недостижимой ранее детальностью [1]. Как бы наверстывая упущенное, изучение Мирового океана развивается в мире быстрыми темпами. Это связано с началом активного хозяйственного освоения дна морей и океанов, что придает этим исследованиям не только фундаментальную, но и значительную практическую ценность.

Исследования в области морских технологий чрезвычайно важны для Украины, так как дно Черного и Азовского морей является для Украины территорией стратегического значения. В частности, разведка и разработка месторождений нефти и газа на морском шельфе, проектирование и прокладка подводных трубопроводов и линий связи, строительство гидротехнических сооружений требует детальных геоморфологических исследований рельефа морского дна.

Детальные же геоморфологические исследования морского дна предполагают использование различных методов исследования, в том числе и численных. Применение численных методов, широко используемых для анализа рельефа суши, требует соответствующих данных о рельефе морского дна. С другой стороны, вплоть до самого последнего времени данных, позволяющих проводить полноценный математический анализ рельефа морского дна, не существовало. Такие данные появились, как уже было упомянуто, в 80-х годах в связи с появлением многолучевых эхолотов, гидролокаторов бокового обзора и космических систем дистанционного зондирования. Кроме того, хранение и обработка больших массивов батиметрических данных возможно только с использованием компьютерных технологий, появившихся в последние два десятилетия.

Другими словами, появление технических средств сбора, хранения и обработки информации о морском дне - с одной стороны и интенсивное хозяйственное освоение дна морей и океанов - с другой, определили общую направленность настоящей работы. Кроме того, наличие детальной батиметрической информации открывает возможности для широкого применения математических методов в исследовании подводного рельефа, вопросам которого и посвящена настоящая работа, в которой для проведения численного анализа рельефа использовалась совокупность статистического, спектрального и структурного анализа, объединенных в один алгоритм. Тестирование алгоритма проводилось на участке рельефа материкового склона, расположенного в западно-кавказском районе Черного моря, недалеко от городов Джубга и Туапсе. Анализ результатов работы алгоритма позволил выявить некоторые особенности строения тестового участка, в общем случае подтверждающие и уточняющие теорию о геологическом строении западно-кавказского района Черноморской впадины [2, 3, 4, 5].

Другими словами, совокупность математических методов, использованная для анализа подводных каньонов, расположенных на материковом склоне в пределах тестового участка, позволила выявить закономерности строения этого склона, что, в свою очередь, позволило подтвердить некоторые гипотезы о геологическом строении и истории развития этой части Черноморской впадины.

Кроме чисто научного интереса, подобные исследования, как было отмечено выше, имеют значительную практическую ценность для хозяйства Украины, так как на шельфе Черного моря обнаружены запасы углеводородного сырья в размере 1 млн. тонн условного топлива [6], а проектирование и строительство инфраструктуры для его добычи и транспортировки потребует детального анализа рельефа морского дна. Поэтому геоморфологическое исследование дна Черного моря является на сегодня задачей актуальной и перспективной.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Настоящая работа находится в русле общего направления исследований, осуществляющихся на геолого-географическом факультете Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина и является логическим продолжением и углублением научных исследований численного моделирования и анализа рельефа, которые уже много лет проводятся на кафедре под руководством проф. И.Г. Черванева. В частности,данная работа является продолжением и углублением НИР «Разработка теории и практическое применение формализованного языка структурного анализа рельефа» (1993 г., номер госрегистрации 0101U001043) и «Моделирование и системный анализ рельефа» (1997 г., номер госрегистрации 0198U007877).

**Объектом исследования** является морская морфосистема, представленная участком дна, расположенного в западно-кавказском районе Черного моря, а предметом исследования выступает геоморфологическое строение участка, в пределах которого выделяется шельф, материковый склон, изрезанный каньонами, материковое подножие и глубоководная долина.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы является разработка алгоритма численного анализа рельефа морского дна, содержащего методы статистического, спектрального и структурного анализа, его тестирование и интерпретация полученных результатов.

Для достижения этой цели необходимо:

1. выбрать математические методы, входящие в общий алгоритм анализа морских морфосистем, и разработать набор программ, этот алгоритм реализующих;
2. обосновать применимость математических методов, входящих в алгоритм, для задачи исследования подводных каньонов;
3. протестировать алгоритм на тестовом участке морского дна;
4. проанализировать результаты работы алгоритма и дать их геоморфологическую интерпретацию.

**Методологические основы и методы исследования.** Основной методологической базой работы являются научные труды И.Г. Черванева и О.В. Позднякова, посвященные структурному анализу рельефа. Для разработки алгоритма использовались методы высшей математики, особенно спектральный анализ Фурье, методы интерполяции и математической статистики. Для анализа сетей тальвегов и водоразделов, формируемых подводными каньонами, использовались методы анализа флювиального рельефа, разработанные В.П, Философовым, А. Стралером, S.A. Shumm, M.P. Mosley и W.E. Weaver.

**Научная новизна полученных результатов.** В настоящей диссертационной работе впервые применены методы структурного анализа для изучения ЦМР, построенной для участка подводного рельефа, разработан алгоритм численного анализа морских морфосистем, состоящий из совокупности методов статистического, спектрального и структурного анализа. Реализация алгоритма позволила количественно подтвердить выводы о строении каньонов, сделанные в ходе качественного анализа цифровой модели рельефа тестового участка. Также впервые проведено тестирование разработанного алгоритма на участке материкового склона, расположенного в западно-кавказском районе Черного моря и произведена интерпретация полученных результатов, в результате которой было выявлено составное строение каньонов, расположенных в пределах тестового участка морского дна. В ходе работы было выявлено, что каньоны, присутствующие на материковом склоне, состоят из частей различного генезиса. Выделены транзитные зоны. Полученные в результате работы алгоритма выводы были сопоставлены с данными о геологическом строении и материкового склона западно-кавказского района Черноморской впадины. Данные, полученные в ходе настоящей работы, позволили подтвердить и уточнить некоторые гипотезы о происхождении и строении материкового склона в этом районе. Таким образом, в теоретическом плане было определено, что структурный анализ может быть использован для изучения подводного рельефа. В методическом плане установлено, как именно и в какой последовательности должны использоваться методы спектрального, структурного и статистического анализа в случает изучения этими методами подводного рельефа, а в региональном аспекте установлено, что подводные каньоны, расположенные на материковом склоне в западно-кавказском районе Черного моря, состоят из зон различного генезиса.

**Практическое значение полученных результатов.** Результаты, полученные в настоящей диссертационной работе, могут быть использованы при разработке блока геоморфологического анализа геоинформационных систем, которые широко используются при строительстве и эксплуатации подводных технических сооружений: нефтепроводов, газопроводов, линий связи и др. Так как рельеф дна является одним из ключевых факторов, влияющим на строительство и эксплуатацию подводных технических сооружений, инженерно-геоморфологический блок - необходимый компонент подобной ГИС [7, 8]. Алгоритм, разработанный в настоящей работе и объединяющий методы статистического, спектрального и структурного анализа, является прообразом и составной частью инженерно-геоморфологического блока геоинформационной системы инженерного назначения.

**Личный вклад соискателя.** Автором самостоятельно был проведен сбор данных с помощью многолучевого эхолота в ходе исследовательской экспедиции, организованной НИИ Арктики и Антарктики (Петербург, Россия). Также автор самостоятельно разработала алгоритм численного анализа рельефа и программу на языке MatLab, реализующую этот алгоритм. Интерпретация результатов алгоритма также была проведена автором самостоятельно.

По материалам первой главы настоящей работы опубликована статья [9], а второй автор анализирует общие закономерности изучения подводного рельефа. По материалам введения опубликованы статьи [10, 11], в которых автор анализирует перспективность и актуальность геоморфологических исследований дна Черного моря для экономики Украины. По материалам первой главы была также опубликована статья [12], в которой автором были затронуты общие проблемы изучения мирового океана и сделана попытка спрогнозировать направление их развития. Проблемам анализа геоморфологической и геологической информации в ГИС посвящены статьи [8, 13]. Задачи геоморфологического блока в составе ГИС, решающих задачи мониторинга подводных трубопроводов, изложены в работе [7]. Задачи построения и особенности функционирования современных географических информационных систем изложены автором в работе [14].

**Апробация работы.** Результаты исследований докладывались на следующих конференциях:

1. Международной конференции «Людина у ландшафті 21 століття: гуманізація географії. Проблеми постнекласичних методологій», г. Киев, 1998
2. Международной научно-практической конференции “Геоморфологічні дослідження в Україні: минулє, сучасне, майбутнє” (посвящена 50-летию кафедры геоморфологии Львовского национального университета им. Ивана Франко), г. Львов, 2000
3. Шестой международной конференции “Remote Sensing for Marine and Coastal Environment”, Чарльстон, США, 2000.

Кроме того, результаты настоящей работы были использованы для расширения функциональных возможностей ГИС в части обеспечения проектировщиков морских трубопроводов специализированными инструментами анализа структуры рельефа. Добавление в стандартную оболочку геоинформационной системы специальных инструментов структурного анализа рельефа, в совокупности с инструментами для расчета напряженно-деформированного состояния трубы при укладке на изрезанный рельеф обеспечило возможность выполнять весь комплекс предварительных расчетов в разрабатываемой геоинформационной базе данных без применения других систем. Тестирование разработанных в ходе настоящей работе подпрограмм специалистами по строительству морских трубопроводов подтвердило полезность предварительного выделения и анализа линий тальвегов и водоразделов как основы для анализа различных вариантов выбора трассы и свело к минимуму ручной перебор вариантов. Основанием для внедрения послужил договор на разработку и создание базы данных для хранения и использования результатов инженерных изысканий морского участка газопровода для экспорта газа из России в Туацию между дочерним предприятием РАО «Газпром» и фирмой «Газфлот» и закрытым акционерным обществом «Интари» №97/002. Последнее входят в структуру предприятий НИИ Арктики и Антарктики (Петербург).

**Публикации.** Результаты, изложенные в настоящей диссертационной работе, опубликованы в 9 статьях, 7 из которых – в сборниках научных работ, а остальные – в материалах и тезисах конференций.

Выводы

Объектом исследования, проведенного в настоящей диссертационной работе, является рельеф материкового склона, прорезанный подводными каньонами и расположенный в западно-кавказском районе Черного моря. Исследования рельефа проводились с помощью методов, традиционно использовавшихся для анализа флювиального рельефа: изучение производилось согласно составленному в ходе настоящей работы алгоритму анализа морских морфосистем, объединяющему методы структурного, статистического и спектрального анализа. Была обоснована правомерность использования подобных методов.

До исследований, проведенных в настоящей работе, были известны основные закономерности строения материкового склона в тестовом районе, изложенные в работах [2, 4, 71]. Отличительной особенностью данной работы является то, что в ней рельеф материкового склона рассмотрен детально с применением математических методов, что было невозможно до появления детальных батиметрических данных по этому району. Анализ каньонов, расположенных на материковом склоне, позволил показать их композитное строение (и, как следствие, неоднородное строение рельефа материкового склона) и указать точные глубины расположения зон различного происхождения.

Разработанный в ходе настоящей работы алгоритм численного анализа морских морфосистем позволяет, в частности:

1. Выделение структурных линий на участках рельефа, имеющих преимущественно или частично флювиальное происхождение. Информация о структурных линиях рельефа формируется в виде набора таблиц, совокупность которых содержит всю информацию о линиях тальвегов и водоразделов, необходимую для статистического анализа их характеристик;
2. Определение метрических характеристик линий тальвегов и водоразделов - их минимальные, максимальные, средние длины, среднеквадратичные отклонения и распределения длин;
3. Получить распределения глубин вдоль линий тальвегов и водоразделов различных порядков;
4. Определить значения минимальных, максимальных и средних углов наклона вдоль линий тальвегов и водоразделов различных порядков и построить их распределения;
5. Исследовать спектральные характеристики флуктуаций глубины (неровности) профилей тальвегов и водоразделов относительно их средних уклонов. Оценить характерные периоды неровностей и сопоставить возможные механизмы их возникновения для различных зон морского дна;
6. Оценить мощность высокочастотных составляющих в спектрах неровностей (гладкость структурных линий), характеризующую наличие в рельефе уступов, пиков, ущелий и других элементов, которые могут привести к возникновению дополнительных напряжений и деформаций в подводных кабелях и трубопроводах;
7. Построить и проанализировать структуру вершинных и базисных моноповерхностей всех порядков и соответствующих им матриц уклонов;
8. Построить разностные поверхности и оценить статистические характеристики глубин эрозионного расчленения морского дна.

Этот алгоритм может быть использован для анализа материковых склонов, изрезанных каньонами, расположенных в любой части Мирового океана. В частности, автор планирует использовать разработанный алгоритм для анализа материкового склона напротив южного берега Крыма, где В.П. Зенковичем [31] было констатировано резкое расчленение ложбинами на глубине 400-800 метров.

В ходе настоящей работы для тестирования алгоритма был проведен анализ рельефа материкового склона, расположенного в западно-кавказском районе Черного моя вблизи городов Туапсе и Джубга. Визуальный анализ рельефа тестового участка, проведенный по трехмерной блок-диаграмме, позволил выделить ту его часть, которая представляет собой материковый склон, изрезанный каньонами. На следующем этапе на ЦМР анализируемого рельефа морского дна методом «стекающей капли» были выделены линии тальвегов и водоразделов. Линии тальвегов и водоразделов образовали несколько деревьев, данные о которых были организованы в виде набора таблиц, совместный анализ которых позволяет получить полную информацию о любой из точек, принадлежащих структурным линиям. Были вычислены метрические характеристики структурных линий, распределения и их глубин и распределения и статистические характеристики углов наклона.

Спектральный анализ структурных линий позволил обнаружить в их профилях два основных типа периодичности. Один из них, отличающийся максимальным периодом, является следствием общего выполаживания материкового склона в направлении морского ложа. Сделано предположение, что значение амплитуды гармоники с таким периодом может быть использовано для определения динамической фазы развития формы флювиального рельефа - другими словами, для выявления соотношения интенсивности процессов эрозии и аккумуляции в пределах каждого из каньонов (т.е. оценивалась близость профиля к профилю равновесия). Другой тип, с периодом 2-3 км, возможно, отражает слоистость структуры исходной поверхности эродирования.

Так же, в результате спектрального анализа было показано, что существует устойчивая зависимость между значением уклона тальвега, степенью гладкости профиля и его порядком, т.е. чем больше порядок тальвега, тем более гладкий профиль и меньшую крутизну имеет этот тальвег. С одной стороны этот факт может иметь простое физическое объяснение - более старые тальвеги образовались раньше и выполаживались дольше, чем более молодые тальвеги низших порядков. Однако это должно свидетельствовать о наличии активных абразивных процессов и переноса эродируемых материалов в русле тальвегов вплоть до глубин 1500 и более метров.

На базе выделенных структурных линий рельефа были построены базисные и вершинные моноповерхности 1-го, 2-го и 3-го порядков и матрицы уклонов этих поверхностей. Для построения моноповерхностей использовался метод типа кубической интерполяции. Были определены глубины эрозионного расчленения рельефа всех порядков, для чего вычислялись средние значения разностей соответствующих вершинных и базисных моноповерхностей.

По результатам численного структурного анализа рельефа в пределах тестового участка морского дна было выделено пять основных зон и две транзитные зоны различного генетического происхождения.

Так, например, на глубинах от 120 до 820 метров расположена зона, созданная речной эрозией в геологическом прошлом и впоследствии погрузившаяся ниже уровня моря. Ниже, на глубинах до 1450 метров, простираются каньоны, сформированные тектоническими складками. Между ними находится транзитная зона древнего шельфа, где появление глубоких эрозионных долин происходило, по видимому, в геологическом прошлом в результате протекания двух взаимодействующих процессов - накопления материала, вынесенного реками, и прорезанием в них каньонов.

На глубинах до 1600 метров в нижней части материкового подножия, переходящей в морское ложе, расположены конусы выноса с каналами суспензионных потоков, вырытыми в толще рыхлых морских отложений. Ниже, у материкового подножия, расположена окаймленная дамбами эрозионная долина.

В пределах каждой геоморфологической зоны были уточнены все перечисленные морфометрические характеристики рельефа и рассмотрены особенности их строения. Показано, что анализ вершинных и базисных моноповерхностей различных порядков, в комбинации с методами визуального, статистического и спектрального анализа, могут быть использован для анализа строения каньонов.

Совокупность предложенных алгоритмов анализа рельефа дна имеет важное значение для проектирования подводных геотехнических сооружений - трубопроводов, линий связи, объектов обустройства морских нефтегазоносных месторождений. Здесь наиболее важными являются длины, уклоны и гладкость структурных линий. Другим примером важного параметра, который может быть определен только в результате численного структурного анализа, является соотношение интенсивностей эрозионного и аккумулятивного процесса в различных частях каньонов, величина которого может быть косвенно оценена по величине амплитуды низкочастотных гармоник в спектре профилей тальвегов.

Достоверность полученных в ходе настоящей работы результатов обеспечивается использованием методов, уже долгое время используемых в геоморфологии и упомянутых во многих опубликованных работах [15, 18, 19, 21, 25, 72, 96]. Достоверность исходных данных обеспечивается использованием высокоточных технических средств их сбора. Полученные результаты не противоречат опубликованным работам, посвященным геологическому и геоморфологическому строению дна западно-кавказского района Черного моря [2, 4, 71, 73].

В заключение хочу выразить огромную благодарность доктору технических наук, профессору Черваневу Игорю Григорьевичу, под руководством которого были выполнены все исследования в настоящей диссертационной работе. Выражаю также благодарность доктору географических наук, профессору Ковалеву Александру Павловичу, оказавшему неоценимую помощь при интерпретации полученных результатов.

Список использованных источников

1 Ильин А.В. Изменчивый лик глубин. Проблемы изученности дна океана. - М.: Недра, 1996, стр. 25-46

 3. Гончаров В.П., Непрочнов Ю.П., Непрочнова А.Ф. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. -М.: Наука, 1972, стр. 5-22

 3. Горные страны Европейской части СССР и Кавказ, под. ред. Н.В. Думитрашко. -М.: Наука, 1974, стр. 116-133

 5. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, стр. 310-333

 7. Региональная геоморфология Кавказа (под ред. Н.В. Думитрашко), М.: Наука, 1979, стр. 154-163

 8. Соколовская Я. Еще одно нефтегазовое совместное предприятие // Известия.-1998.- №99.

 10. Блинкова О., Межуев И.Опыт разработки ГИС глубоководных морских трубопроводов. «ГИС-Обозрение», №1, 1999

 8. Блинкова О.А. Геоинжиниринг в среде Microstation. Bentley Newsletter, №1, 1998, стр. 4-5

 9. Блинкова О.А. Особенности изучения рельефа суши и подводного рельефа. Вестник Харьковского университета. Геология. География. Экология, №402, 1998, стр. 114-115

 10. Блинкова О.А. Дно Черного моря - перспективная зона международных коммуникационных систем. «Бизнес Информ», №8, 1998, стр. 25-26

 11. Блинкова О.А. Нефть и газ Украины (возможные пути уменьшения зависимости от российского экспорта). «Бизнес Информ», №15, 1998, стр. 29-31

 12. Блинкова О.А. Географические исследования в XXI веке: акцент на изучение Мирового океана. Матерiали конференцii «Людина у ландшафтi 21 сторiччя: гуманiзацiя географii. Проблеми постнекласичних методологiй», Киiв, 1998, с. 159-161

 13. Блинкова О.А. Oracle 8i Spatial: СУБД для работы с пространственными данными. PCWeek/RE, №35, 1999, с. 5

 14. Блiнкова О.А., Черваньов I.Г., Овчаренко О.I. Формалiзацiя дослiджень залежности суспiльного розвитку вид просторового розподiлу ресурсного потенцiалу. Матерiали конференцii «Ландшафтегенез-2000: Фiлософiя и географiя. Проблеми постнекласичних методологiй, Киiв, 1996, с. 91-92

 19. Ласточкин А.Н. Рельеф земной поверхности (Принципы и методы статистической геоморфологии). -Л.: Недра, 1991, стр. 3-7

 21. Симонов Ю.Г. Анализ геоморфологических систем // Актуальные проблемы теоретической и прикладной геоморфологии. -М., 1976

 23. Ласточкин А.Н. Дискретность и непрерывность в земной поверхности, ее геоморфологическая и топографическая модели. «Геоморфология», №4, 1988, стр. 56-62

 18. Модели полей в географии: теория и опыт картографирования / Червяков В.А., Черванев И.Г., Кренке А.Н. и др. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989.

 26. Самоорганизация в развитии форм рельефа / А.В. Поздняков, И.Г. Черванев. -М.: Наука, 1990, с.36-37.

 28. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и речных бассейнов. -М.: изд-во «Ин. лит-ра», 1948

 30. Девдариани А.С. Математический анализ в геоморфологии, -М.: Недра, 1967, стр. 93-116

 32. Шарапов И.П. Функции распределения высоты рельефа// В сб. статей «Рельеф Земли и математика» (под ред. А.С. Девдариани). -М.: Мысль, 1967

 34. Антощенко-Оленев И.В. Рельеф земли как структура поверхности раздела сред. «Геморфология», №3, 1983, стр. 35-41

 36. Кадетов О.К. Опыт применения статистического анализа продольных профилей рек для выявления морфоструктур. «Геоморфология», №3, 1977, стр. 54-60

 38. Ласточкин А.Н., Одесский И.А. Гармонический анализ гипсометрических профилей с целью выявления волнообразных деформаций. «Геоморфология», №3, 1970, стр. 78-89

 40. Schumm S. A., Mosley M. P., Weaver W. E. Experimental Fluvial Geomorphology, John Wiley & Sons, New York, 1991, pp. 90-99

 27. Chervanyov, I.G. Structural Analysis of Relief and its Automation, Quaestiones Geographicae, No.8, 1982, pp. 37-43

 29. Пириев Р.Х. Определение и картографирование общего расчленения рельефа. «Геоморфология», №2, 1989, стр. 45-52

 31. Хромченко А.И. Кривая пересеченности и корреляционная функция рельефа // В сб. статей «Рельеф Земли и математика» (под ред. А.С. Девдариани). -М.: Мысль, 1967, стр. 50-72

 33. Кленова М.В. Геология моря, -М.: Учпедгиз, 1948, стр. 454-457

 35. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. -М.: Государственное изд-во географической литературы, 1958

 37. Шнюков Е.Ф., Цемко В.П. Черное море. -Киев: Знание, 1985, стр. 4-14

 36. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения (под ред. Ю.П. Непрочнова). -М.: Наука, 1980, стр. 184-190

 38. Лисицин А.П., Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах М.: Наука, 1988, стр. 37-60

 40. Леонтьев О.К. Геоморфология морских берегов и дна. -М.: Изд. Московского ун-та, 1955, стр. 325-333

 42. Есин Н.В., Евсюков Ю.Д., Савин М.Т., Дмитриев В.А. Некоторые черты геоморфологии и эволюции шельфа северо-восточной части Черного моря, «Геоморфология», №3, 1980, стр. 71-76

 44. Кара В.И. Структурно-геоморфологические типы материковой окраины Черноморской впадины. «Геоморфология», -М., №2, 1979, стр. 22-28

 46. Авенариус И.Г. Морфоструктуры зоны сочленения Черноморской впадины с северо-западным Кавказом. «Геоморфология», №3, 1980, стр. 39-55

 48. Леонтьев О.К. Типы подводных долин. «Геоморфология», №4, 1979, стр. 3-16

 40. Леонтьев О.К., Сафьянов Г.А. Каньоны под морем, М.: Мысль, 1973, стр. 113-133

 51. Шепард Ф. Земля под морем. -М.: Мир, 1964

 53. Шепард Ф., Дилл Р. Подводные морские каньоны. Л., Гидрометеоиздат, 1972, стр. 293-301

 55. Kuenen Ph.H. Origin and classification of submarine canyons. «Bulletin Geological of America», 1953, T. 53, № 11

 57. Daly R.A. Changing World of the Ice Age. N. Heaven, 1934. Jale Univ. Press. The Floor of the Ocean. New light on old Mysteries. The University of North Carolina Press, 1942

 59. Зенкович В.П., Пешков В.М. Особенности морфодинамики крутых подводных откосов. «Геоморфология», №1, 1981, стр. 64-69

 61. Панов Д.Г. Генетические типы подводных долин и подводных каньонов. Известия всесоюзного географического общества, том. 91, вып. 5, 1959

 63. Бондарчук В.Г. Основные вопросы тектоорогении, К.: Изд-во АН СССР, 1961, стр. 302-303

 65. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Подводные геоморфологические исследования в СССР. Вестник Московского университета, Серия географическая, №3, 1963, стр. 17-24.

 67. Вольнев В.М. Рельеф материковой окраины юго-восточной части Черного моря. «Геоморфология», №4, 1978, стр. 3-13

 69. Зенкович В.П. Некоторые формы мезорельефа материкового склона восточной части Черного моря. «Геоморфология», №4, 1978, стр. 62-72

 71. Щербаков Ф.А., Чистяков А.А. Особенности формирования аккумулятивного рельефа на подводных материковых окраинах. «Геоморфология», №1, 1983, стр. 15-26

 73. Сафьянов Г.А., Вольнев В.М. Конус выноса Ингурской системы подводных каньонов (Черное море). «Геоморфология», №2, 1978, стр. 99-104

 75. Бородавкин П.П., Березин В.Л., Шадрин О.Б. Подводные трубопроводы. -М.: Недра, 1979

 54. Герштейн М.С., Крупкин Б.Н. Погружение подводных трубопроводов на большие глубины. -М.: Информнефтегазстрой, 1979

 55. Капустин К.Я., Камышев М.А. Строительство морских трубопроводов. -М.: Недра, 1982

 56. Субботин И.Е. Инженерно-геодезические работы при проектировании, строительстве и эксплуатации магистральных нефтегазопроводов. -М., Недра, 1987

 57. Mousselli, A.N Offshore pipeline design, analysis, and methods, PennWell Publishing Company, Oklahoma, 1995.

 81. Артюхин Ю.В., Ивлиева О.В. Инженерные аспекты изучения берегов морей. «Геоморфология», Москва, №4, 1988, стр. 94-95

 59. Сафьянов Г.А. Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей// Актуальные проблемы теоретической и прикладной геоморфологии, -М., 1976

 84. Bruschi, R., Drago, M., Venturi, M., Jiao, G., Sotberg, T., Models bid to help estimate integrity of subsea free spans, OFFSHORE Pipe Line Technology, April, 1998, pp. 48-54

 62. Modelling the Third Dimension. Lecture 6// (http://geog.khbu.edu.kh/Qzone/Teaching/geog3142.htm#Lectures)

 62. Черванев И.Г. Структурный анализ рельефа, Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. -М., 1979

 63. Bourke P., Triangulation (An algorithm for Interpolating Irregularly-Spaced Data with Applications in Terrain Modelling), Jan. 1989 (http://www.mhri.edu.au/~pdb/modelling/triangulate/)

 64. Graeme F. Bonham-Carter Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS, Pergamon, Ontario, 1994

 65. Pariente, D., Geographic interpolation and extrapolation by means of neural networks, EGIS, LISI - INSA de Lyon, 1994

 69. Девдариани А.С. Вклад Западной Европы, США, СССР в изучение рельефа поверхности Земли математическими методами. В сб. статей «Рельеф Земли и математика» (под ред. А.С. Девдариани). -М.: Мысль, 1967, стр. 5-18

 71. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990, стр. 19-27

 69. Ferenc, S., GIS functions - interpolation, Periodica Polytechnica Civil Engineering, Budapest, April, 1998

 80. Потемкин В.Г. Система MATLAB. Справочное пособие. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1997.

 77. Лютцау С.В. Основы геоморфологии. Курс лекций. М.: Изд-во МГУ, 1978, стр. 16-17

 71. Земная кора и история развития Черноморской впадины (под ред. Буланже Ю.Д., Муратова М.В.) -М.: Наука, 1975, стр. 97-101

 72. Девдариани А.С. Геоморфология. Математические методы. М.: ВИНИТИ, 1966, стр. 59-63

 73. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б., Соловьев В.В., Хахалев Е.М. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. -М.: Недра, 1985, стр. 198-201

 74. Международный геолого-геофизический атлас Атлантического океана. Удинцев Г.Б. (ред.). М.: МОК (ЮНЕСКО), Мингео СССР, АН СССР, ГУГК СССР, 1990

 75. Brissette M. B. The Applications of Multibeam Sonars in Route Survey (http://www.omg.unb.ca/~mbriss/Project/Background.html)

 76. Spitzak, S., Caress, D., Miller, S. Advances in Multibeam Survey, Sea Technology, June 1997, pp. 45-49

 77. Канаев В.Ф., Краус Д.С. Некоторые вопросы узконаправленного эхолотирования в морской геоморфологии. «Геоморфология», №3, 1970, стр. 91-96

 78. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований, -М.: Просвещение, 1997

 79. GPS - введение в новое достояние цивилизации, Москва, Trimble, 1997, стр. 14-77

 80. Алексеев М.Н., Чистяков А.А., Щербаков Ф.А. Четвертичная геология материковых окраин. -М.: Недра, 1986, стр. 130-141

 81. Берлянт А.М., Мамаев В.О., Мусин О.Р., Аляутдинов А.Р., Калинкин И.В. Создание ГИС "Черное море" - результат международного научного сотрудничества. «ГИС-Обозрение», №1, 1997, стр. 38-42

 82. Географические и экономические проблемы изучения и освоения южных морей СССР. Тезисы докладов III Всесоюзной конференции по географии и картографированию океана, Ростов-на-Дону, 1987

 83. Геологическое строение Кавказа (под ред. М.В. Муратова). -М.: Изд-во Московского университета, 1963, стр. 28-29

 84. Живаго А.В. Проявления соляной тектоники в поверхностных слоях донных отложений Средиземного моря. -М.: Наука, 1994, стр. 98-99

 85. Кавказ (под. ред. И.П. Герасимова), -М.: Наука, 1966, стр. 169-171

 86. Кара В.И., Спириденко Л.И. Зависимость вертикального расчленения рельефа дна юго-восточного сектора Индийского океана от глубины. «Геоморфология», № 3, 1987, стр. 49-56

 87. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). -М.: "Наука", 1974, с. 675-677.

 88. Космин В.В. Морфометрический анализ при проектировании инженерных сооружений// В сб. статей «Рельеф Земли и математика» (под ред. А.С. Девдариани). -М.: Мысль, 1967, стр. 44-50

 89. Ласточкин А.Н. Структурно-геоморфологические исследования на шельфе. Л.: Недра, 1978

 90. Литвин В.М., Руденко М.В. Основные морфометрические характеристики рельефа фундамента дна Мирового океана. «Геоморфология», №3, 1987, стр. 56-62

 91. Митропольский А.Ю., Ольштинский С.П., Уснко В.П. Некоторые особенности вещественного состава донных осадков восточной части Черного моря. Препринт. Киев, 1975, стр. 14-15

 92. Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения /Под. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова. -М.: Мысль, 1980

 93. Никифоров, Л.Г., Структурная геоморфология морских побережий. -М.: Изд-во Московского ун-та, 1977

 94. Пенк В. Морфологический анализ. -М.: Государственное изд-во географической литературы, 1954, стр. 49-63

 95. Ковалев А.П. Некоторые свойства рельефа и их отражение в моделях (в аспекте экзогенной геоморфологии). «Физическая география и геоморфология», Вып. 28, 1982, стр. 100-107

 96. Петухов И.М., Батугина И.М. Геодинамика недр. - М.: Недра, 1996

 97. Пьюкер Т. Влияние различных математических подходов на изображение рельефа дна океанов // В кн. «Картография». Вып. 3 Картографирование океанов: Пер. с англ./Ред. и сост., предисл. А.М.Берлянта. -М.: Прогресс, 1988

 98. Савин М.Т., Есин Н.В. О влиянии тектонического погружения побережья на закономерности абразионного процесса. «Геоморфология», №3, 1977, стр. 93-97

 99. Щукин И.С. Общая геоморфология, т. 3. -М., МГУ, 1974, стр. 311-318

 100. European Seabed Resource Geographical Information Service (ERGIS). FINAL REPORT, Paris, 1996.

 101. Wright, A. Deep-Towed Sidescan Sonars, Sea Technology, June 1997, pp. 31-38

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>