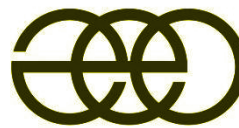




*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Географический факультет
Кафедра геоморфологии и палеогеографии*

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
Российской академии наук



основан в 1918 году

*Геоморфологическая комиссия РАН
Институт географии РАН
Лаборатория геоморфологии
Отдел палеогеографии четвертичного периода*

**МАТЕРИАЛЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
“IX Щукинские чтения: к 80-летию кафедры геоморфологии и палеогеографии
и 270-летию Московского университета” и
“XXXVIII Пленум геоморфологической комиссии РАН”**



3–6 апреля 2025, Москва

УДК 551.4
ББК 26.823

Утверждено к печати Ученым советом Института географии РАН

Редакционная коллегия:

с.н.с., к.г.н. В.А. Алексеева, н.с., к.г.н. Д.В. Баранов,
доц., к.г.н. Ю.Р. Беляев, проф., д.г.н. С.И. Болысов, в.н.с., д.г.н. С.А. Буланов,
проф., д.г.н. А.В. Бредихин, с.н.с., к.г.н. Е.В. Гаранкина,
г.н.с., д.г.н. В.Н. Голосов, н.с., к.г.н. А.Л. Гуринов, в.н.с., к.г.н. Е.В. Лебедева,
в.н.с., к.г.н. А.Н. Маккавеев, доц., к.г.н. Е.Ю. Матлахова,
с.н.с., к.г.н. Т.Ю. Репкина, в.н.с., к.г.н. С.В. Харченко,
зав. лаб., к.т.н. С.В. Шварев

Ответственный редактор:

с.н.с., к.г.н. Екатерина Вадимовна Гаранкина

Рецензенты:

рук. подразделения, д.г.н. Сергей Романович Веркулич (ААНИИ)
г.н.с., д.г.н. Владимир Николаевич Михаленко (ИГ РАН)

Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием “IX Шукинские чтения: к 80-летию кафедры геоморфологии и палеогеографии и 270-летию Московского университета” и “XXXVIII Пленум геоморфологической комиссии РАН”, Москва, 3-6 апреля 2025 г. / отв. ред. Е.В. Гаранкина [Электронное издание] — М.: ИГ РАН, МГУ, 2025. — 676 с.

Настоящий сборник представляет материалы, поданные на объединенную конференцию “IX Шукинские чтения: к 80-летию кафедры геоморфологии и палеогеографии и 270-летию Московского университета” и “XXXVIII Пленум геоморфологической комиссии РАН”. Мероприятие было посвящено глобальным и региональным проблемам геоморфологии, вопросам эндогенного и экзогенного рельефообразования, в том числе на других планетах. Также рельеф был рассмотрен как в исторической и палеогеографической ретроспективе, так и как объект исследования современными и классическими методами, обсуждались и его связи с природопользованием. Отдельное внимание было уделено истории отечественной геоморфологии и ее развитию в средней и высшей школе. География исследований представлена не только многочисленными уголками нашей страны, но и отдельными работами за ее пределами. Сборник, содержащий материалы 128 геоморфологических исследований, будет интересен специалистам в области геоморфологии, геологии, палеогеографии четвертичного периода, а также студентам и аспирантам перечисленных специальностей.

Proceedings of the All-Russian conference “IX Shchukin Readings: to the 80th anniversary of the Geomorphology and Paleogeography Department and the 270th anniversary of Moscow University” and “XXXVIII Plenum of the Geomorphological Commission RAS”, Moscow, April 3-6, 2025 / ed. E.V. Garankina [Electronic publication] — Moscow, IG RAS, MSU, 2025. — 676 p.

ISBN 978-5-89658-084-3

© Текст. Авторы, 2025

© ИГ РАН, 2025

© МГУ имени М.В. Ломоносова, 2025

Москва, 2025

МОРФОЛОГИЯ ПОДНЯТИЙ В ЗОНЕ ДЕФОРМАЦИЙ ДНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОТЛОВИНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Н.Н. Турко

Геологический институт РАН, Москва, nnturko126@yandex.ru

Зона деформаций дна Центральной котловины Индийского океана изучается с 70-х гг. XX века. По результатам геолого-геофизических съемок по отдельным галсам здесь выявлены интенсивные складчато-разрывные деформации осадочного чехла и базальтового фундамента, проявленные в рельефе возвышенностями. Съемки системами картирования океанского дна с многолучевыми эхолотами подтвердили представление о мозаично-блоковом строении области внутриплитных деформаций и позволили детально охарактеризовать рельеф этих возвышенностей. В южной части котловины преобладают изометричные возвышенности с субширотными грядами на их вершинных поверхностях. В восточной части котловины в рельефе возвышенностей наблюдается наложение нескольких структурных планов, отражающее деформации, происходившие при различных полях напряжений.

Ключевые слова: многолучевое эхолотирование

Глубоководные котловины океанов редко становятся **объектами** исследований. Основной объем работ в открытом океане сосредоточен, как правило, на срединно-океанических хребтах, как области активной тектонической деятельности, континентальном склоне и шельфе, а также хребтах и поднятиях для характеристики вулканизма дна океана. Сложилось представление о глубоководных котловинах как тектонически неактивных областях в пределах океанических плит, образовавшихся в результате спрединга и наследующих рельеф срединных хребтов, выровненный или погребенный покровом осадков. Поэтому обнаруженная южнее о. Шри Ланка зона деформаций в Центральной котловине Индийского океана вызвала большой интерес и стала предметом исследований в рейсах научно-исследовательских судов в 70-80 гг. XX века. О тектонической активности здесь свидетельствуют выявленная самая высокая внутриплитная сейсмичность с событиями магнитудой до $M=8$ и аномально высокий тепловой поток (Weissel et al., 1980; Казьмин, Левченко, 1987; Neprochnov et al., 1988). Данные батиметрии и непрерывного сейсмического профилирования (НСП) по отдельным редким профилям выявили поднятия, которым соответствовали интенсивные складчато-разрывные деформации осадочного чехла и базальтового фундамента (Левченко, Милановский, 1999; Вержбицкий, 2000).

По результатам глубоководного бурения, эти разломы и складки имеют возраст около 8 млн л., т.е. позднемиоценовый, что определяет время основной фазы внутриплитной деформации индоокеанской литосферы. Менее интенсивные фазы складчатости проявились несколько позднее, в раннем плиоцене (3.5–4 млн л) и позднем плейстоцене (0.8 млн л.) (Krishna et al., 2001).

В 80-х гг. XX века сформировались представления о короблении (buckling) коры Центральной котловины в результате коллизии Индии с Евразией и образовании системы

протяженных широтных хребтов и впадин. Но полигонные исследования в рейсах НИС «Дмитрий Менделеев» и И/С «Профессор Штокман» показали отсутствие протяженных хребтов. Было выявлено, что поднятия образованы отдельными деформированными тектоническими блоками среди ненарушенных или слабо нарушенных участков (Левченко и др., 1999), что привело к представлению о мозаично-блоковой структуре области внутриплитной деформации, которая отражает взаимодействие деформационных напряжений разного возраста с древним структурным планом (Вержбицкий, 2000; Вержбицкий, Левченко, 2002).

Блоки отличаются друг от друга по морфологии и имеют очень индивидуальное тектоническое строение, а их выходы на поверхность в виде поднятий формируют современный рельеф котловины.

В рельефе дна тектонические блоки проявлены как холмистые возвышенности. Морфология их, как и строение акустического фундамента, была выявлена на отдельных профилях и немногих полигонных исследованиях с большим расстоянием между галсами. Детально рассмотреть их морфологию стало возможно с появлением систем картирования океанского дна с многолучевыми эхолотами и получения детальных данных в 42 рейсе НИС «Академик Борис Петров» и рейсе SO258 И/С «Зонне» (ФРГ).

На НИС «Академик Борис Петров» установлен эхолотный комплекс ATLAS HYDROSWEEP DS-2, который обеспечивает получение информации о глубине в широком секторе (до 120°) по 240 лучам, в полосе съемки шириной до 370% глубины. В рейсе SO258 И/С «Зонне» использовался глубоководный многолучевой эхолот Kongsberg EM122, который в секторе обзора 140° обеспечивает сбор информации по 288 лучам в полосе покрытия до 600% глубины (до 30 км).

Исследования охватывали район между 1.2° с.ш. – 8° ю.ш. и 78° в.д. – 83.6° в.д. как отдельными галсами, так с сплошной съемкой в северо-восточной части района, где они частично перекрывали полигоны НИС «Дмитрий Менделеев» и И/С «Профессор Штокман» (рис. 1).

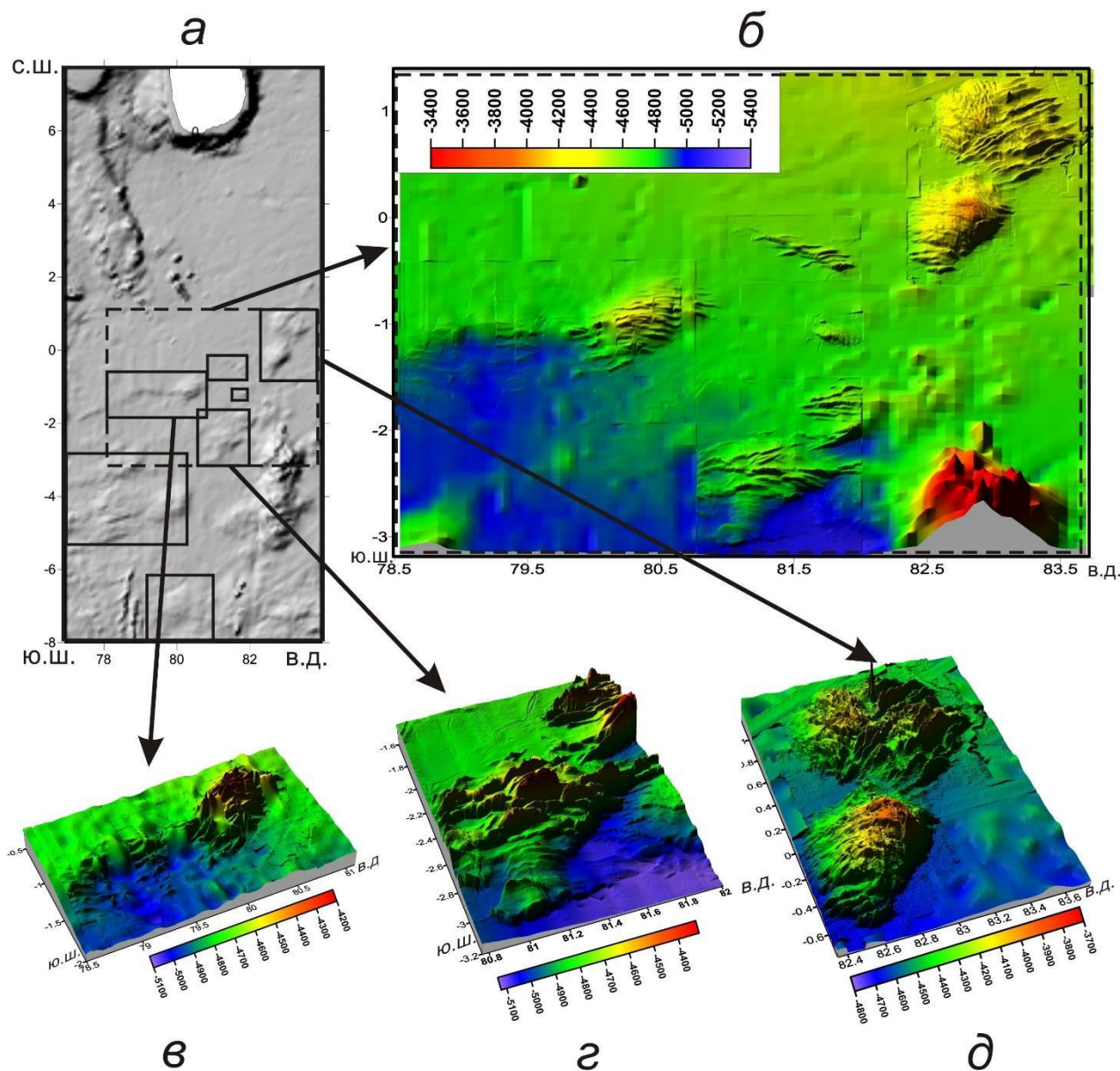
Полученные данные позволили охарактеризовать морфологию ряда поднятий.

В южной части котловины (южнее 3° ю.ш.) на дне котловины отмечаются отдельные поднятия размерами от 80 до 150 км. Как правило, поднятия имеют изометричную форму и не формируют протяженные хребты. Поверхность их образована кулисообразно расположенными субширотными грядами длиной 14–20 км, относительной высотой 50–70 м, иногда до 100 м.

Севернее, в экваториальной части котловины (между 1.2° с.ш. и 3° ю.ш.), выявлены разнообразные по морфологии поднятия (рис. 1б).

Между 0.5° и 1.5° ю.ш. широтные гряды образуют уступ длиной около 270 км, который препятствуют поступлению осадков от конуса выноса Инда в южную часть котловины. Наибольшей высоты этот барьер достигает в восточной части (рис. 1в). К югу от этого барьера в рельефе дна котловины прослеживаются следы древних разломов. Они

выражены либо цепочками подводных гор и холмов, либо ложбинами, разделяющими отдельные возвышенности. Субмеридиональные древние разломы Индрани и 80.5° не прослеживаются в экваториальную часть котловины: зона разлома. Индрани не прослеживается севернее 1.5° ю.ш., а зона разлома. 80.5° севернее 3.5° ю.ш.



*Рис. 1. а) схема изученных участков дна Центрально-Индийской котловины:
б, в, г, д) трехмерные изображения участков дна котловины. Шкала глубин в метрах*

В восточной части котловины полигон И/С «Зонне» в координатах 1.5° – 3.2° ю.ш. и 80.8° – 82° в.д. охватывает две возвышенности (рис. 1г). Поверхность возвышенностей сильно расчленена и представляет собой сочетание протяженных гряд различного простирания. В центральной части прослеживаются кулисообразно расположенные широтные гряды относительной высотой от 100 до 400 м. Эти субширотные гряды резко оборваны узкими грядами и уступами ЗЮЗ-ВСВ простирания. Выявленный по геофизическим данным древний субмеридиональный разлом в рельефе не выражен (рис. 1г).

Севернее этого сильно расчлененного участка, в районе 0°–1.5° ю.ш. небольшие поднятия отмечают структуры СЗ-ЮВ простирания с признаками сдвиговых дислокаций (Yutsis et al., 2024).

К северу от поднятия Ланка с горой Афанасия Никитина (рис. 1d) был отснят полигон, охватывавший две возвышенности, ранее исследовавшиеся в рейсе И/С «Профессор Штокман» (Вержбицкий, Левченко, 2002). В их пределах анализ форм рельефа различного простирания и размеров позволяет выделить несколько блоков. Сложный морфоструктурный план, по-видимому, отражает деформации, происходившие при различных полях напряжений. Выделенный по геофизическим данным древний субмеридиональный разлом Индира в современном рельефе не прослеживается и перекрыт грядami ЮЗ-СВ простирания.

Батиметрические съемки с использованием многолучевых эхолотов дали много новых данных о рельефе зоны внутриплитных деформаций. Они позволили детально рассмотреть морфологию отдельных возвышенностей, их распространение и на новом обширном материале подтвердили представление о мозаично-блоковом строении области внутриплитных деформаций (Левченко и др., 2023). В южной части котловины преобладают изометричные возвышенности с субширотными грядами на их вершинных поверхностях. В экваториальной части отмечается значительное разнообразие возвышенностей. Морфология их усложняется в восточной части котловины, у западного склона поднятия Ланка и к северу от него. По-видимому, усложнение объясняется наложением нескольких структурных планов, и отражает деформации, происходившие при различных полях напряжений. Помимо тектонических процессов в самой котловине, здесь могли играть роль процессы тектонического развития поднятия Ланка и Восточно-Индийского хребта, а также структур Зондского желоба.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № FMMG-2023-0005).

ЛИТЕРАТУРА

- Вержбицкий В.Е. Особенности структуры и генезис Индоокеанской зоны внутриплитных деформаций. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М. 2000. 24 с.
- Вержбицкий В.Е., Левченко О.В. Детальная структура области внутриплитных деформаций в Центральной котловине Индийского океана (результаты исследований на трех полигонах). Геотектоника. 2002. № 6. С. 77–94.
- Казьмин В.Г., Левченко О.В. Современные деформации индоокеанской литосферы. Современная тектоническая активность Земли и сейсмичность. М. Наука. 1987. С. 159–175.
- Левченко О.В., Веклич И.А., Турко Н.Н., Гесслер В.Х., Крокер Р. Мозаика деформированных тектонических блоков в Центральной котловине Индийского океана Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2023. Мат-лы LIV Тектонического совещания. Т. 1. М. ГЕОС. 2023. С. 274–278.
- Левченко О.В., Евсюков Ю.Д., Милановский В.Е. Детальные исследования морфологии внутриплитных деформаций в Центральной котловине Индийского океана. Океанология. 1999. Т. 39. № 1. С. 121–132.

- Левченко О.В., Милановский В.Е. Внутриплитные деформации в центре Индийского океана по данным детального тектонического картирования. ДАН. 1999. Т. 365. № 6. С. 792–797.
- Krishna K.S., Bull J.M., Scrutton R.A. Evidence for multiphase folding of the central Indian Ocean lithosphere. *Geology*. 2001. Vol. 29. P. 715–718.
- Neprochnov Yu.P., Levchenko O.V., Merklin L.R., Sedov. V.V. The structure and tectonics of the intraplate deformation area in the Indian Ocean. *Tectonophysics*. 1988. № 156. P. 89–106.
- Weissel J.K., Anderson R.N., Geller C.A. Deformation of the Indo-Australian plate. *Nature*. 1980. Vol. 287. P. 284–291.
- Yutsis V.V., Levchenko O.V., Tevelev A.V., Marinova Yu.G., Veklich I.A., Del Razo Gonzalez A. Atypical Linear Tectonic Block of the Intraplate Deformation Zone in the Central Indian Ocean Basin. *J. Mar. Sci. Eng.* 2024. Vol. 12. P. 2231. <https://doi.org/10.3390/jmse12122231>