

16. Швобс Г. И. Влияние эрозионных процессов на впитывание воды в почву//Метеорология и гидрология. 1967. № 12. С. 44—47.
17. Косоуров Ю. Ф. Наблюдения за поверхностным стоком воды и мелкозема с пашни в Западной Башкирии//Повышение плодородия эродированных почв. Уфа: Изд-во Башкир. ун-та, 1982. С. 11—19.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
22.IX.1986

SOIL EROSION AND SEDIMENTATION ON SLOPES OF THE SOUTHERN NON-CHERNOZEMIC ZONE

GOLOSOV V. N.

Summary

Stationary observations of soil erosion on arable lands have been carried out on several watersheds within the drainage basin of the Protva River (tributary of the Oka River). Results obtained during the meltwater and heavy rains runoff appeared to be close. The paper discusses special features of deposition of eroded soil matter within the upper links of the drainage network as well as the influence of erosion and alluviation on slopes modelling.

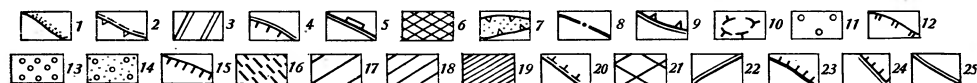
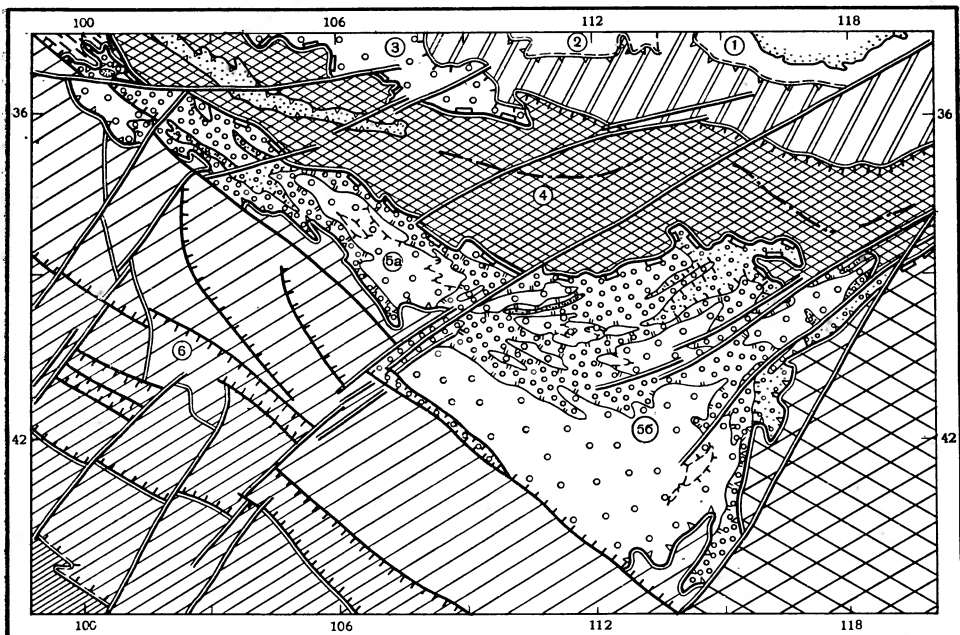
УДК 551.462

КАРА В. И.

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСЧЛЕНЕННОСТИ РЕЛЬЕФА ДНА АМСТЕРДАМСКОЙ ГЛУБОКОВОДНОЙ КОТЛОВИНЫ

Амстердамская глубоководная котловина в качестве самостоятельного структурного элемента была выделена В. Ф. Канаевым [1]. Согласно имевшимся на тот период геолого-геофизическим данным к котловине был отнесен участок дна юго-восточной части Индийского океана, располагающийся между плато Натуралиста и Западно-Австралийским (Брокен) хребтом на севере, южным окончанием Восточно-Индийского хребта на западе и Австрало-Антарктическим срединным поднятием на юге. Восточная граница котловины проводилась по 115° в. д. к югу от м. Луин. В Амстердамскую котловину в качестве ее составного элемента включалась также зона Диамантина.

Анализ имеющихся на сегодняшний день геолого-геофизических данных показывает, что зона Диамантина обрамляет с юга реликтивно-континентальные (хр. Брокен, плато Натуралиста) и континентальные структуры Юго-Западной Австралии, отделяя их от молодых (вероятнее всего, постэоценовых) структурных элементов океанической Амстердамской котловины. Исследованиями Д. Е. Хейса и Д. Р. Конноли [2] установлено, что зона Диамантина в восточном направлении не выполаживается и замыкается, как это предполагалось ранее, а заворачивает примерно по широте 37° ю. ш. и продолжается вплоть до западных отрогов Австрало-Антарктического дискорданта. Австралийскими исследователями [3] на основе изучения морфологии зоны Диамантина и вещественного состава слагающих ее пород высказано предположение, что она является рифтовой структурой, заложившейся в позднемеловое—раннепалеоценовое время на субконтинентальном основании, и сложена преимущественно продуктами вулканической деятельности субщелочного состава. В новейшей структуре зона Диамантина является самостоятельным структурным элементом и выполняет роль своеобраз-



Структурно-геоморфологическая карта Амстердамской котловины. В качестве основы использована карта из Геолого-геофизического атласа Индийского океана (М.: АН СССР, ГУГК, 1975)

1 — береговая линия; 2 — бровка шельфа; 3 — континентальный склон; 4 — подножие континентального склона; 5 — внешние границы зоны Диамантина; 6 — зона Диамантина; 7 — желоб Диамантина; 8 — осевые части палеорифтовых грабен; 9 — границы глубоководных котловин; 10 — локальные возвышенности; 11 — поверхность верхней ступени; 12 — бровка верхней ступени; 13 — поверхность нижней ступени; 14 — поверхности базисных впадин; 15 — бровки базисных впадин; 16 — область развития останцовых возвышенностей южного крыла Западно-Австралийского хребта; 17 — внешняя фланговая зона Австрало-Антарктического срединного поднятия (ААСП); 18 — внутренняя фланговая зона ААСП; 19 — осевая часть ААСП; 20 — внешняя граница ААСП; 21 — зона развития структур Австрало-Антарктического дискорданта; 22 — трансформные разломы; 23 — нормальные сбросы; 24 — взбросы; 25 — сдвиги. Цифрами в кружках обозначены: 1 — шельф Юго-Западной Австралии; 2 — плато Натуралиста; 3 — котловина Брокен; 4 — зона Диамантина; 5 — Амстердамская котловина: а — северо-западная часть, б — юго-восточная часть; 6 — Австрало-Антарктическое срединное поднятие

разной шовной зоны, разделяющей области с принципиально разной структурой земной коры.

Результаты сейсмических исследований на э/с «Дм. Лаптев» в 1980—1981 гг. и исследований ИФЗ АН СССР [4] позволили также установить, что цепочка возвышенностей и вулканических гор, располагающаяся вдоль южного борта желоба Оби и морфологически отделяющая желоб Оби от зоны Диамантина, является своеобразным отрогом южного окончания Восточно-Индийского хребта и останцами южного склона Западно-Австралийского хребта [5].

По имеющимся в настоящее время данным, к Амстердамской котловине может быть отнесен участок дна, располагающийся севернее внешней фланговой зоны Австрало-Антарктического поднятия (ААП) и южнее зоны Диамантина. В северо-западном направлении Амстердамская котловина замыкается по мере приближения ее к отрогам останцов Западно-Австралийского хребта примерно на меридиане сочленения системы желобов Диамантина с желобом Оби, южнее хр. Леппуар. На юго-востоке котловина торцово сочленяется с системой хребтов и возвышенностей западного фланга Австрало-Антарктического дискорданта (рисунок). Под глубоководной котловиной понимается совокуп-

ность гипсометрически наиболее глубоко опущенных выровненных поверхностей, в пределах которых отсутствуют однотипно-упорядоченные системы поднятий и в новейшее время формируется однородное по структурному положению осадочное выполнение.

Особенностью структурного положения Амстердамской котловины является то, что она заключена между современным срединно-океаническим поднятием и древней субконтинентальной рифтовой зоной. Один из трансформных разломов ААП разделяет Амстердамскую котловину на две части: северо-западную и юго-восточную. Этот разлом расчленяет также и зону Диамантина. Северо-западная часть котловины представляет собой линейно-вытянутую впадину, протягивающуюся между внешней фланговой зоной Австрало-Антарктического поднятия и юго-западной краевой грядой желоба Диамантина. Юго-восточная часть котловины в плане имеет изометричные очертания, а в восточной ее части сказывается влияние зоны дискорданта.

Анализ вертикального расчленения рельефа дна Амстердамской котловины показывает, что в ее пределах могут быть выделены элементы четырех геоморфологических уровней: вершинные поверхности локальных возвышенностей, верхняя ступень, нижняя ступень и впадины базисного уровня. Анализ распространения поверхностей каждого из выделенных уровней показывает (таблица), что северо-западная и юго-восточная части котловины отличаются не только своими плановыми очертаниями, но в первую очередь соотношениями площадей базисных впадин и нижней ступени. Это отношение, составляющее для северо-западной части котловины 0,3, а для юго-восточной — 0,05, является наиболее общим показателем относительной расчлененности рельефа дна наиболее глубоководной части котловины. Незначительная величина этого отношения в юго-восточной части котловины свидетельствует о широком развитии мелкоглыбовых малоамплитудных деформаций океанического основания. В северо-западной части котловины преобладают крупноглыбовые подвижки с амплитудами порядка 300—400 м.

Современное состояние изученности рельефа дна Амстердамской котловины не позволяет достоверно определить характер распределения абиссальных холмов и их морфологические особенности. В настоящее время в пределах котловины выявлен ряд возвышенностей с относительными превышениями порядка 1000 м. Большинство их находится в ее юго-восточной части. В северо-западной части котловины возвышенности имеют превышения до 1000 м и располагаются вдоль ее оси. Они разделяют северо-западную часть котловины на две впадины с корытообразным поперечным профилем, при этом впадина, проходящая вдоль фланга зоны Диамантина, погружена более глубоко. В юго-восточной части котловины возвышенности имеют относительное превышение свыше 1000 м, вытянуты по широте, а их вершинные поверхности располагаются в среднем на 100 м выше уровня вершинных поверхностей северо-западной части. В плане возвышенности юго-восточной части котловины образуют холмистые гряды, веерообразно расходящиеся от зоны трансформного разлома по направлению к флангам зоны Диамантина.

Поверхности верхней и нижней ступеней имеют отметки глубин 4220—4590 и 4520—4860 м. Перекрытие интервалов глубин обусловлено перекосами поверхностей ступеней. В северо-западной части котловины поверхность верхней ступени несколько переуглублена. Она занимает здесь осевую часть котловины и не соприкасается с фланговыми зонами Диамантины и ААП. В юго-восточной части котловины поверхность верхней ступени располагается вдоль ее южного борта. Общей особенностью поверхности этого геоморфологического уровня является равная доля ее площади в пределах как выделяемых участков котловины, так и площади всей котловины. Это позволяет предполагать, что поверхность верхней ступени относительно более древняя, чем поверхности нижнего и базисного уровней, и если формирование последних обусловлено расчленением поверхности дна новейшими подвижками по зонам трансформных разломов ААП, то формирование верхней ступени происходило до этапа интенсивного развития ААП.

Морфометрические характеристики расчлененности рельефа дна Амстердамской котловины

Часть котловины	Геоморфологический уровень	Доля от общей площади котловины или ее части, %	Относительное превышение, м	Глубина уровней, м		Возраст коры, млн. лет	Средняя глубина, м		Тип поперечного профиля (по Кате [9])	Величина расчлененности поперечного профиля, М	Величина горизонтального расчленения, D
				интервал	среднее		теоретическая *	истинная			
Северо-Западная	Локальные возвышенности	1	250—1000	3550—4250	3940	13—17	4700	4690	0,51	30	0,008
	Верхняя ступень	40	260—550	4300—4590	4430		4450	4460			
	Нижняя ступень	46	315—595	4580—4860	4850						
Юго-восточная	Впадины базисного уровня	13	—	4820—5235	5175	8—10	4450	4460	0,54	35	0,013
	Локальные возвышенности	3	750—1250	3475—3900	3840						
	Верхняя ступень	40	180—380	4220—4420	4360						
Котловина в целом	Нижняя ступень	54	395—555	4520—4680	4600	8—17	—	—	0,52	32	0,010
	Впадина базисного уровня	3	—	5030—5130	5075						
	Локальные возвышенности	2	250—1250	3475—4250	3890						
	Верхняя ступень	40	180—550	4220—4590	4395						
	Нижняя ступень	50	315—595	4520—4860	4725						
	Впадины базисного уровня	8	—	4820—5235	5125						

* Теоретическая глубина рассчитана по формуле: возраст = $\left[\frac{H}{348} - 7,39 \right]^2$ из [8].

Область распространения поверхности нижней ступени (4520—4860 м) тяготеет к северо-восточному борту котловины, примыкающему к зоне Диамантина. В юго-восточной части котловины уровень этой поверхности, так же как и уровни остальных поверхностей, выше.

Базисные впадины в общей сложности занимают примерно 8% площади котловины, но их расположение и направленность развития играют определяющую роль в формировании ее внутренней структуры. В северо-западной части базисные впадины маркируют положение систем глубинных разломов, а именно субширотного глубинного разлома, рассекающего северо-западную часть зоны Диамантина и контролирующего положение южного склона плато Натуралиста, и зону разломов северо-западного простирания. Последние, по-видимому, являются разломами внешней фланговой зоны ААП. В юго-восточной части котловины впадины базисного уровня располагаются в северной части котловины и ориентированы по отношению к зоне Диамантина под углом 60—70°, образуя своеобразный веер впадин, сходящихся в северо-восточном направлении.

Анализ распределения глубин поверхностей основных геоморфологических уровней Амстердамской котловины (таблица) показывает, что участки всех зон в юго-восточной ее части занимают более высокое гипсометрическое положение относительно располагающихся в северо-западной. Характер изменения величин относительных превышений в пределах каждого геоморфологического уровня в зависимости от их гипсометрического положения показал, что как для северо-западной, так и для юго-восточной частей котловины наблюдается одна и та же закономерность, а именно при понижении геоморфологического уровня ниже какой-то критической глубины, примерно 4650 для юго-востока и 4800 м для северо-запада, разброс значений относительных превышений стабилизируется и не превышает 160—280 м. Для объяснения больших глубин северо-западной части Амстердамской котловины выявленных структурных взаимоотношений недостаточно. Нет также оснований предполагать, что северо-западное крыло трансформного разлома, на котором располагается опущенная часть котловины, сброшено, поскольку участки земной коры, находящиеся к югу и северу от северо-западной части котловины вдоль разлома, приподняты относительно расположенных восточнее. Само наличие геоморфологических уровней и особенно «критических», ниже которых величина расчленения постоянна, требует объяснений, опирающихся на общие представления об истории развития рельефа дна глубоководных котловин. Современные тектонические гипотезы не объясняют как сам процесс формирования геоморфологических уровней, так и вариации их гипсометрического положения. Исходя из того, что возраст океанической коры увеличивается по мере удаления от осевой части срединного поднятия, а глубоководная котловина формируется на фланге срединного хребта в процессе расширения океана, можно предполагать, что формирование геоморфологических уровней связано с поэтапным выравниванием первоначально тектонически расчлененного рельефа, а гипсометрическое положение уровней определяется в первую очередь возрастом океанического основания. Как происходит выравнивание поверхностей фланговых зон, мы не знаем, однако отсутствие терригенных отложений значительной мощности и наличие в разрезах котловин многочисленных базальтовых прослоев позволяют предполагать, что выравнивание поверхностей геоморфологических уровней происходит преимущественно в результате многочисленных базальтовых покровных излияний.

Возраст океанической коры в данном регионе может быть оценен по характеру распределения линейных магнитных аномалий [6, 7]. На основе эмпирической зависимости между возрастом океанической коры и глубиной дна на флангах срединного хребта, выявленной Д. Склейтером и уточненной для юга Индийского океана Л. Леклером [8], были рассчитаны средние теоретические глубины в северо-западной и юго-восточной частях Амстердамской котловины. Сопоставление теорети-

ческих глубин со средними значениями, рассчитанными по данным примерных работ (таблица), показывает исключительно высокую сходимость результатов. Это может свидетельствовать о том, что 8—10 млн. лет достаточно, чтобы формирующиеся в пределах Амстердамской котловины геоморфологические уровни заняли гипсометрическое положение, соответствующее возрасту океанической коры. Однако структурное положение выделяемых частей котловины свидетельствует о ее геоморфологическом омоложении в северо-западном направлении. Северо-западная часть котловины имеет более тесные морфологические связи с обрамляющими ее структурными элементами, чем юго-восточная. Она является по сути шовной впадиной между фланговыми зонами современной океанической и древней субконтинентальной рифтовых систем. Таким образом, обнаруживается несоответствие между геоморфологическим возрастом выделяемых частей котловины и возрастом океанической коры, на которой они заложены, и проявляются причины, по которым геоморфологически более молодая северо-западная часть котловины является гипсометрически более опущенной. При этом гипсометрическое положение обеих частей котловины соответствует эмпирической зависимости Склейтера.

Выявленные морфологические особенности Амстердамской котловины дают основание полагать, что темп погружения дна глубоководных котловин, располагающихся на фланговых зонах срединных хребтов, зависит не столько от возраста самих котловин, сколько от возраста океанической коры, на которой они заложены. Расположение и ориентировка впадин также, по-видимому, зависят от возраста океанической коры. На более молодой коре они заложены вдоль относительно древних швов, в данном случае вдоль трансформных разломов палеорифтовой системы Дамантина, а на древней коре — образуют систему грабенных, по осям которых происходит миграция границы глубоководной котловины вдоль фланга срединного поднятия.

Опираясь на выявленные зависимости и на систему плановых взаимоотношений геоморфологических уровней, можно предположить следующую схему развития Амстердамской котловины. Котловина заложилась в миоценовое время на структурах северо-восточного фланга ААП в виде системы шовных грабенных, унаследовавших как первичные грабены фланговой зоны, так и грабены, заложённые вдоль разломов зоны Дамантина. В конце миоцена — начале плиоцена в прогибание была вовлечена большая часть области, относимой в настоящее время к котловине. Максимум прогибания наблюдался вдоль северного борта котловины, граничащего с зоной Дамантина. Выпуклый поперечный профиль котловины позволяет предполагать, что формирование Амстердамской котловины в настоящее время находится в наиболее активной фазе.

Предложенная схема формирования Амстердамской котловины в целом дискуссионна. В то же время новые геолого-геофизические данные о рельефе дна, составе и характере распределения осадочных отложений показывают, что Амстердамская котловина является наложенным, активно развивающимся структурным элементом. Расширение котловины происходит преимущественно вдоль оси срединного поднятия, а не от него, т. е. мы можем предполагать, что на каком-то этапе развития глубоководные котловины теряют тесную структурную связь с срединными поднятиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канаев В. Ф. Рельеф дна Индийского океана. М.: Наука, 1979. 267 с.
2. Hayes D. E., Conolly J. R. Morphology of the Southeast Indian ocean//Antarctic Research Series. V. 19. Antarctic oceanology II. The Australian — New Zealand Sector. AGU. 1972. P. 125—146.
3. Falvey D. A., Muttler J. C. Regional plate tectonics and the evolution of Australia's passive continental margins//BMR J. Australian Geol. and Geophys. 1981. № 6. P. 1—29.
4. Удинцев Г. Б., Коренева Е. В. Происхождение асейсмичных хребтов восточной части Индийского океана//Геотектоника. 1980. № 6. С. 13—22.

5. *Kara B. I.* Геоморфология и структурная позиция желоба Оби (Индийский океан)// Геоморфология. 1985. № 3. С. 44—50.
6. *Schlich R.* The Indian ocean: Aseismic ridges, spreading centers, and oceanic basins// The Ocean Basins and Margins/Ed. Nairn A. E. M., Stehli F. G. V. 6. N. Y., 1982. P. 51—147.
7. *Roeser H. A., Rilal M., Seidel D.* Identified magnetic sea-floor spreading anomalies. Federal Institute for Geosciences and Natural resources. Hannover, 1982.
8. *Leclaire L.* L'Océan Indien: une Introduction à sa Paleocéanographie//Cah. Indo-Pasif. 1979. V. 1. № 3. P. 249—296.
9. *Kale V. S.* Analysis of slope curvature: a simplified approach//The Deccan Geographer. 1982. V. XX. № 2. P. 198—204.

ПО «Южморгеология»

Поступила в редакцию
3.VI 1986

AMSTERDAM DEEP SEA BASIN: STRUCTURAL POSITION AND THE FLOOR RUGGEDNESS

KARA V. I.

Summary

Structural position of the Amsterdam basin is clarified and geomorphological scheme has been compiled using geological and geophysical data obtained during the cruise of «Dm. Laptev» RV. The basin first appeared in the Holocene as a system of sutural grabens. The further subsidence rate was controlled by the age of the oceanic crust.

УДК 551.432.8(476)

МАТВЕЕВ Б. В.

ПРОЦЕСС МЕАНДРИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЕ РЕЧНЫХ ДОЛИН

Ведущую роль в развитии речных долин играет русловой процесс, проявляющийся в сочетании вертикальных и горизонтальных русловых деформаций [1, 2]. Влиянию вертикальных деформаций (врезания и аккумуляции) на строение речных долин в геоморфологической литературе уделяется большое внимание. Закономерности горизонтальных деформаций как фактора формирования речных долин рассматриваются главным образом на примере процесса меандрирования. Классическими в этом отношении являются труды В. М. Дэвиса [3], в которых большое значение придается врезанным излучинам. Последние развиваются в незатопляемых берегах, сложенных коренными породами или древним аллювием; очертания русла в плане повторяют форму долины в целом или уступов ее террас; пойма либо отсутствует, либо развита фрагментарно, образуя узкие массивы у выпуклых берегов [4]. Деформации врезанных излучин, таким образом, находят непосредственное отражение в развитии речных долин. Современные данные о процессе меандрирования позволяют дополнить существующие представления по этому вопросу.

Формирование изгибов речных долин

Одна из причин извилистости речных долин — наследование изгибов, сформировавшихся до начала интенсивного врезания реки. Наследование не означает совпадения плановых очертаний древнего и современного русла, а подразумевает лишь первоначальную основу развития извилистости. Такой основой, по В. М. Дэвису, могут быть свободные, т. е. формирующиеся в пределах широкой поймы, излучины древнего русла. Различия между свободными и врезанными излучинами обусловлены разным соотношением между вертикальными и горизонтальными русловыми деформациями. Свободные излучины могут трансфор-