

УДК 551.352:553.32

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ПЕЛАГИЧЕСКОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК МАРГАНЦЕВЫХ МИКРОКОНКРЕЦИЙ

© 2017 г. **В. Н. Свальнов**¹, П. А. Ивлиев², Т. Н. Алексеева¹¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия
e-mail: tania@blackout.ru

Поступила в редакцию 31.03.2015 г.

После доработки 29.09.2016 г.

При изучении разрезов колонок из северной тропической зоны Тихого океана (Северо-Восточная котловина) выявлено, что пелагические осадки представлены четвертичными окисленными бескарбонатными глинисто-радиоляриевыми, радиоляриево-глинистыми илами, миопелагическими глинами, иногда обогащенными радиоляриями, доплейстоценовыми миопелагическими и эвпелагическими глинами, цеолитово-глинистыми осадками, цеолититами. В них определены параметры марганцевых микроконкреций (МК) – гранулометрический и вещественный состав, число, масса и распределение. Эти данные позволили рассчитать относительные скорости седиментации (I_o) в разрезах. При этом за основу принимали оценку абсолютной скорости (I) накопления верхнего (гомогенного) слоя колонки (возраст около 5 тыс. лет). Значения относительных скоростей седиментации, позволяют считать, что масса микроконкреций (Рмк), показатели средней массы единичной МК (Рмк/Нмк), массы фракции осадка (Рфр) > 0.05 мм и число МК в массе осадка (Рмк/Рос) отражают тренды вариаций темпов пелагической седиментации.

DOI: 10.7868/S0030157417020204

Разнообразные методики определения темпов накопления нелитифицированных океанских осадков, отобранных гравитационными трубками [8, 10], обусловлены физико-химической неравновесностью среды в жидких, полужидких и мягких илах (стадии седиментогенеза и диагенеза), в которых микровосстановительные условия могут сосуществовать (хотя бы кратко) с условиями окислительными.

Сильно обводненные (влажность до 95%) илы легко перемещаются даже слабыми сейсмическими возмущениями и придонными течениями, обогащаются переотложенным материалом, включая более древние микрофоссилии и несвойственные конкретной точке дна эдафогенные минералы.

Кроме того, в пелагических глинах (особенно в эвпелагических) часто отсутствуют определяемые биогенные остатки, поэтому относительно недавняя история их формирования остается во многом неясной.

Основными критериями литологического расчленения пелагических толщ неоген-четвертичных (древнее 1520 тыс. лет) осадков могут служить: заметные изменения окраски, состава и плотности осадков, а также наличие перерывов, характер гра-

ниц раздела, текстурные и структурные особенности, выявленные ранее закономерности строения разрезов, подтвержденные данными биостратиграфии и магнитостратиграфии [3–5].

В Индийском и Тихом океанах в основании вскрытого гравитационными трубками пелагического разреза залегают окисленные, существенно аутигенные “немые” эвпелагические глины, главными составляющими которых являются новообразованные смектиты, цеолиты, марганцевые микроконкреции и костный детрит [3, 13, 14].

Выше по разрезу эвпелагические глины постепенно или с заметным перерывом перекрываются окисленными аутигенно-терригенными миопелагическими глинами. Наиболее древние (миоценовые) разновидности этих глин также заметно обогащены аутигенными образованиями – цеолитами, смектитами, целестобаритом, МК, однако они содержат определяемые остатки планктонных организмов с опаловым или карбонатным скелетом. За пределами приэкваториального пояса биогенного кремненакопления в Индийском и Тихом океанах возраст миопелагических глин постепенно уменьшается по мере приближения к обрамлению, а местами они залегают на поверхности дна, т.е. формируются в современных усло-

виях. Основу четвертичных миопелагических глин составляют терригенные обломочные и глинистые минералы, нередко встречается в них примесь радиолярий и диатомей, возможны остатки планктонных фораминифер и кокколитофорид; аутигенные минералы (цеолиты, смектиты, МК) только изредка становятся осадкообразующими.

Вверх по разрезу миопелагические глины постепенно сменяются радиоляриево-глинистыми илами.

Как правило, вскрытый четвертичный миопелагический разрез завершают глинисто-радиоляриевые осадки, нередко включающие слои этмодискуссовых (диатомовых) илов [1, 4, 9–12].

Выше уровня критической глубины карбоната накопления (КГК) кровлю разреза венчают кокколито-фораминиферовые осадки.

В соответствии с циркумконтинентальной зональностью четвертичной седиментации прослеживается постепенный фациальный переход пелагических отложений в гемипелагические. В основном разрез здесь представлен терригенными гемипелагическими восстановленными глинами, в разной степени обогащенными кремнистыми и карбонатными остатками, однако их поверхностный слой толщиной 1–50 см обычно довольно интенсивно окислен. Находки гемипелагических глин среди пелагических осадков не только подтверждают постепенность фациальных переходов, но и свидетельствуют об эпизодическом формировании в пелагиали терригенных турбидитов сверхдальнего разноса.

Исследование дочерпательных монолитов в Индийском и Тихом океанах [3, 5] позволило детализировать литостратиграфию самой молодой (поздний плейстоцен–голоцен) части осадочной толщи. По физическим параметрам (цвет, влажность, пористость, объемная масса), степени переработки бентосными организмами, а также по интенсивности диагенетических процессов, практически все монолиты толщиной до 25 см удается расчленить на три слоя, которые хорошо согласуются с этапами седиментогенеза и раннего диагенеза в литогенетической структуре пелагических областей [3].

Самый верхний слой (I) толщиной до 15 см обычно имеет однородную коричневую окраску и представлен гомогенными полужидкими илами. Ниже залегают (слой II) более плотные осадки (толщина прослоя до 13 см), фоновая коричневая окраска которых осложнена довольно редкими коричневыми и темно-коричневыми округлыми пятнами — ходами илоедов, заполненными вышележащими осадками. Местами проявлены желтовато-коричневые пятна неясных очертаний, иногда наблюдаются дендритовидные скопления оксигидроксидов марганца — продуктов

раннедиагенетического перераспределения элементов в слабовосстановительной среде. В этом слое встречаются и открытые ходы илоедов.

В основании вскрытого дочерпательного разреза обычно залегают мраморовидные осадки (слой III), характеризующиеся наибольшими цветовыми контрастами. Фоновая окраска нередко затушевана многочисленными желтовато-коричневыми, серыми, коричневыми, желтовато-серыми линзами, неотчетливыми пятнами, округло-удлиненными ходами илоедов. Центральная часть заполняющего ходы осадка обычно коричневая, а внешний ободок осветлен до коричневатого-желтого цвета. Вмещающий же осадок, как правило, более темноокрашенный. Все это свидетельствует о довольно интенсивном диагенетическом перераспределении элементов в микроусловиях восстановительной среды, когда миграция прежде всего марганца к периферии следов жизнедеятельности бентосных организмов приводит к обесцвечиванию осадка.

Кроме суждения о диагенетических процессах, выделенные слои I–III несут литостратиграфическую нагрузку. Изучая осадки, полученные коробчатыми дочерпателями (высота 40 см) в экваториальной части Тихого океана, Бергер [15] предложил генерализованную стратиграфию по илоедам. Она основана на большом разнообразии зарывающихся организмов и окраске осадков.

В верхней части монолитов он выделил перемешанный слой (mixed layer) толщиной 5–7 см, гомогенизированный благодаря интенсивной переработке мелкими организмами. В этом слое, отвечающем слою I нашей литостратиграфии [3], преобладают открытые каналы небольшого диаметра (менее 1 мм), облегчающие взаимодействие между наддонной и поровой водой. Присутствуют ходы большого диаметра (около 1 см), хотя время их существования, по-видимому, короткое из-за подвижности сильно обводненных осадков поверхностного слоя.

Следующий, переходный перемешанный слой (mixed layer transition) толщиной 5–7 см, соответствующий слою II, описанному выше, отчасти сходен с перемешанным гомогенным слоем, но он не имеет обильных открытых тонких каналов. Осадки этого слоя более плотные и в них обычно наблюдается какое-то количество открытых крупных каналов. В целом же слой характеризуется комковатым перемешиванием (lumpy mixing).

Ниже выделяются плотные осадки переходной зоны (transition zone; толщина слоя 10–20 см), которые отличаются максимальными цветовыми контрастами (см. характеристику слоя III), предположительно вызванными критическими окислительно-восстановительными условиями по отношению к железу и марганцу в сочетании с гетерогенностью концентраций органического

вещества и скоростями окислительно-восстановительных реакций. Несмотря на глубину залегания, переходная зона является местом деятельности илоедов, о чем свидетельствуют редкие открытые каналы. По мнению Бергера, наибольшее число ходов илоедов, которые в конечном счете будут законсервированы, формируется именно в переходной зоне вследствие перемешивания осадков крупными животными в течение длительного времени. Эта зона интересна еще и тем, что она несет информацию о дегляциальной (конец оледенения) стадии, когда (16–10 тыс. лет назад) в океане происходили резкие изменения условий седиментации [15].

В основании вскрытого коробчатými дночерпателями разреза (на глубине 20–40 см от поверхности дна) выделяется древний слой (*historical layer*), который наблюдается и в колонках, поднятых грунтовыми трубками. Этот слой имеет причудливые цветовые контрасты, вызванные, по-видимому, химическим восстановлением и миграцией вверх пигментов [15]. По-существу, здесь нет открытых ходов. Вероятно, они медленно уничтожаются вследствие деформации осадков и постепенно убывающих цветовых контрастов.

Таким образом, интенсивность процессов биотурбации, выраженная в текстурных и геохимических характеристиках осадков, служит надежным критерием при литологической стратификации самых верхних слоев разрезов. Более того, вслед за абсолютными датировками Бергера мы считаем, что возраст слоев I и II (без разделения) – голоценовый (около 10 тыс. лет), а формирование слоя III происходило 10–16 тыс. лет назад. Опираясь на реперные определения возраста осадков и допущение, что слой I формировался около 5 тыс. лет [15], нетрудно рассчитать относительные темпы седиментации (или определить вариативный тренд), учитывая отношения различных показателей осадков верхнего (гомогенного) слоя к аналогичным характеристикам осадков каждого нижележащего слоя. Решая обратную задачу, можно оценить возраст осадков всего вскрытого непрерывного разреза, опираясь на литостратиграфию и сходные (в среднем) относительные темпы седиментации.

Цель данного сообщения – определить тренды относительных скоростей осадкообразования в северной низкопродуктивной зоне Тихого океана, исследуя распределение и другие параметры марганцевых микроконкреций в разрезах с ярко выраженным гомогенным слоем.

Материал и методы исследования описаны в статье посвященной осадкам без верхнего гомогенного слоя этого же района (станции 3922, 3923, 3940-3) [8]. Общие расчеты приведены в таблице.

Приведенные в таблице средние величины параметров МК и разных типов осадков свидетель-

ствуют, что при одинаковом объеме всех влажных проб (8 см³) массы сухих осадков уменьшаются в ряду миопелагическая глина (МГ) → цеолитово-глинистый осадок (ЦГ) → эвпелагическая глина (ЭГ) → цеолитит (Ц) → древняя миопелагическая глина (МПП) → миопелагическая глина, обогащенная радиоляриями (МГр) → глинисто-радиоляриевый ил, обогащенный диатомеями (ГРд) → радиоляриево-глинистый ил (РГ) → глинисто-радиоляриевый ил (ГР). Повышенное содержание фракции осадка > 0.05 мм, а также массы и числа МК характерны для МГ и ЭГ (максимум), ЦГ, Ц, МПП. Микроконкреции размером 0.5–0.25 мм преобладают в РГ и МГ, а ЭГ, ЦГ и Ц заметно обогащены фракцией МК 0.25–0.1 мм (>48%). Относительно высокой массой обладают единичные МК в РГ и МГр и Ц. Вклад микроконкреций нарастает в ряду ГРд → МГр → ГР → РГ → Ц → МГ → МПП → ЭГ, что вполне согласуется с полученными ранее данными [6].

Среди множества предложенных авторами характеристик осадков и марганцевых микроконкреций, несомненно, можно выделить наиболее информативные и второстепенные, но детали такой упрощенной классификации зависят в конечном счете от цели и конкретных задач исследования. В нашем случае предпочтение отдано тем показателям МК, которые могут надеждно обосновать тренды относительных скоростей седиментации в разрезах пелагических осадков.

Для оценки таких скоростей воспользуемся стратификацией верхних 15–25 см осадочной толщи по степени биотурбации и абсолютным датировкам [2, 6, 7, 15]. Зная мощность гомогенного слоя (возраст около 5 тыс. лет) или суммарного голоценового слоя осадков (возраст 10 тыс. лет), можно определить абсолютную скорость седиментации (V) за соответствующий отрезок времени. Дальнейшая оценка относительных скоростей (V_0) проводилась по алгоритму

$$V_0 = \frac{X_1}{X_2} V,$$

где X_1 – параметр верхнего горизонта осадков, X_2 – то же, каждого нижележащего слоя, V – абсолютная скорость седиментации, V_0 – скорость относительная (т.е. относительно верхнего слоя).

Поскольку разброс величин, полученных путем сравнения различных показателей, весьма существенный, в качестве опорных выбраны сходные значения скоростей, вычисленные с учетом параметров средней массы единичной МК ($P_{МК}/N_{МК}$), массы всей фракции осадка (Рфр) больше 0.05 мм, количества МК в массе осадка ($P_{МК}/P_{ос}$) и массы всех МК размером больше 0.05 мм ($P_{МК}$), хотя рассматриваются соотношения и других параметров.

Характеристики марганцевых микроконкреций

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в ослок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Станция 3903 (13°59.9' с.ш., 112°31.2' з.д.; гл. 3970 м)													
5–7	ГРд	2.569	0.0002	0.0001	140	0	65	30	5	0.7	17.5	54.5	0.004
15–17	ГР	2.371	0.0012	0.0004	119	0	61	31	8	3.4	14.9	50.2	0.017
20–22	РГ	1.533	0.0033	0.0031	1161	1.6	1.6	64.5	32.3	2.7	145.1	757.3	0.202
30–32	РГ	2.074	0.0011	0.0004	28	0	40	50	10	14.3	3.5	13.5	0.019
40–42	РГ	2.077	0.0005	0.0001	129	0	30	60	10	0.8	16.1	62.1	0.005
60–62	РГ	1.798	0.0005	0.0001	14	0	60	32	8	7.1	1.8	7.8	0.006
70–72	РГ	2.831	0.0003	0.0001	6	0	85	15	0	16.7	0.8	2.1	0.004
150–152	МГр	2.241	0.0001	0.0001	4	0	85	15	0	25.0	0.5	1.8	0.004
160–162	МГр	2.173	0.0005	0.0002	10	0	75	25	0	20.0	1.3	4.6	0.009
170–172	МГр	2.531	0.0014	0.0010	167	12	61	26	1	6.0	20.9	66.0	0.040
210–212	РГ	2.302	0.0003	0.0001	3	0	80	20	0	33.3	0.4	1.3	0.004
230–232	МГр	2.537	0.0008	0.0004	24	0	75	25	0	16.7	3.0	9.5	0.016
240–242	МГр	2.603	0.0012	0.0003	30	24	50	24	2	10.0	3.8	11.5	0.012
270–272	МГр	2.902	0.0012	0.0003	61	0	62	36	2	4.9	7.6	21.0	0.010
280–282	РГ	2.785	0.0018	0.0002	4	0	60	40	0	50.0	0.5	1.4	0.007
290–292	РГ	2.864	0.0013	0.0006	35	0	70	30	0	17.1	4.4	12.2	0.021
310–312	РГ	2.691	0.0003	0.0002	58	22	56	22	0	3.4	7.3	21.6	0.007
330–332	МГр	3.277	0.0007	0.0003	136	0	64	35	1	2.2	17.0	41.5	0.009
340–342	МГр	2.801	0.0009	0.0001	25	0	40	60	0	4.0	3.1	8.9	0.004
350–352	МГр	2.568	0.0007	0.0001	15	37	37	24	2	6.7	1.9	5.8	0.004
360–362	МГр	2.794	0.0011	0.0005	159	15	25	59	1	3.1	19.9	56.9	0.018
380–382	РГ	2.951	0.0024	0.0003	81	0	60	35	5	3.7	10.1	27.4	0.010
385–387	РГ	2.565	0.0009	0.0004	19	0	48	50	2	21.1	2.4	7.4	0.016

Таблица. Продолжение

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в осадок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Станция 3905 (13°30.0' с.ш., 117°50.8' з.д.; гл. 4180 м)													
5–7	МГ	2.677	0.0011	0.0009	514	20	20	59	1	1.8	64.3	192.0	0.034
10–12	МГ	2.660	0.0005	0.0003	46	48	38	76	1	6.5	5.8	17.3	0.011
20–22	МГ	3.057	0.0004	0.0004	78	30	40	30	1	5.1	9.8	25.5	0.013
30–32	МГ	3.183	0.0005	0.0002	65	36	36	27	1	3.1	8.1	20.4	0.006
40–42	МГ	2.213	0.0005	0.0004	34	47	35	17	1	11.8	4.3	15.4	0.018
50–52	МГ	2.562	0.0007	0.0004	30	46	31	3	1	13.3	3.8	11.7	0.016
60–62	МГ	3.18	0.0009	0.0004	140	0	20	77	3	2.9	17.5	44.0	0.013
70–72	МГ	2.274	0.0012	0.0008	459	0	8	80	12	1.7	57.4	201.8	0.035
80–82	МГ	2.658	0.0007	0.0001	123	0	24	73	3	0.8	15.4	46.3	0.004
90–92	МГ	3.106	0.0011	0.0007	72	31	43	26	1	9.7	9.0	23.2	0.023
100–102	МГ	2.758	0.0005	0.0003	374	0	36	60	4	0.8	46.8	135.6	0.011
110–112	МГ	2.694	0.0012	0.0011	500	0	25	70	5	2.2	62.5	185.6	0.041
140–142	МГ	2.737	0.0002	0.0001	1	0	0	0	100	100.0	0.1	0.4	0.004
150–152	МГ	1.988	0.0002	0.0001	1	0	0	0	100	100.0	0.1	0.5	0.005
170–172	МГ	2.386	0.0007	0.0002	37	0	60	39	1	5.4	4.6	15.5	0.008
180–182	МГ	2.162	0.0007	0.0006	158	6	86	8	1	3.8	19.8	73.1	0.028
190–192	МГ	2.708	0.0011	0.0009	219	5	75	20	1	4.1	27.4	80.9	0.033
200–202	МГ	2.837	0.0008	0.0001	80	0	79	18	3	1.3	10.0	28.2	0.004
220–222	МГ	3.127	0.0001	0.0001	1	0	0	100	0	100.0	0.1	0.3	0.003
230–232	МГ	2.667	0.0253	0.0085	1392	15	17.6	51.8	15.3	6.1	174.0	521.9	0.319
240–242	МГ	2.651	0.0122	0.0118	676	41	42.4	9.3	7.6	17.5	84.5	255.0	0.445
250–252	МГ	2.935	0.0018	0.0015	479	23	40	35	2	3.1	59.9	163.2	0.051
260–262	МГ	3.435	0.0012	0.0011	401	17	12	59	2	2.7	50.1	116.7	0.032
270–272	МГ	2.768	0.0001	0.0001	9	0	34	66	0	11.1	1.1	3.3	0.004

Таблица. Продолжение

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в ослок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
280–282	МГ	3.068	0.0009	0.0005	187	32	21	44	3	2.7	23.4	61.0	0.016
290–292	ЭГ	2.902	0.0081	0.0072	2274	4.2	5.6	56.9	33.3	3.2	284.3	783.6	0.248
300–302	ЭГ	3.616	0.0116	0.0111	2760	0.5	1.8	58.5	39.2	4.0	345.0	763.3	0.307
310–312	ЭГ	3.982	0.0113	0.0104	2656	2.9	15.4	57.7	24	3.9	332.0	667.0	0.261
330–332	ЭГ	3.516	0.0103	0.0091	2600	1.1	12.1	67.8	19.8	3.5	325.0	739.5	0.259
350–352	ЭГ	3.681	0.0055	0.0028	801	0	25	42.9	32.1	3.5	100.1	217.6	0.076
370–372	МПГ	2.694	0.0051	0.0047	1833	21	4.3	49.8	27.6	2.6	229.1	680.4	0.174
Станция 3922 (15°10.4' с.ш., 126°01.3' з.д.; гл. 4430 м)													
10–12	ЭГ	5.234	0.0338	0.0031	1065	9.7	9.7	41.9	38.7	2.9	133.1	203.5	0.059
15–17	ЭГ	5.184	0.0298	0.0061	1702	8.3	8.4	55	28.3	3.6	212.8	328.3	0.118
20–22	ЭГ	5.088	0.0268	0.0072	1812	5.6	11.1	59.7	23.6	4.0	226.5	356.1	0.142
25–27	ЭГ	5.179	0.0289	0.0076	2102	15	11.8	59.2	13.2	3.6	262.8	405.9	0.147
45–47	ЦГ	4.842	0.0102	0.0029	892	0	3.4	62.1	34.5	3.3	111.5	184.2	0.060
50–52	ЦГ	4.022	0.0202	0.0057	1482	0	8.8	66.7	24.5	3.8	185.3	368.5	0.142
60–62	ЦГ	4.490	0.0026	0.0001	27	0	32.0	60.0	8.0	3.7	3.4	6.0	0.002
90–92	ЦГ	4.195	0.0033	0.0002	178	0	48	49	3	1.1	22.3	42.4	0.005
100–102	ЦГ	4.019	0.0022	0.0003	38	0	56	42	2	7.9	4.8	9.5	0.007
110–112	ЭГ	3.593	0.0006	0.0001	5	0	57	29	14	20.0	0.6	1.4	0.003
120–122	ЭГ	3.803	0.0015	0.0001	13	0	63	32	5	7.7	1.6	3.4	0.003
130–132	ЭГ	4.578	0.0014	0.0001	10	0	55	27	18	10.0	1.3	2.2	0.002
140–142	ЭГ	3.754	0.0009	0.0001	4	0	0	95	5	25.0	0.5	1.1	0.003
170–172	МПГ	4.168	0.0036	0.0001	5	0	80	20	0	20.0	0.6	1.2	0.002
180–182	МПГ	2.398	0.0025	0.0011	548	0	18.2	63.6	18.2	2.0	68.5	228.5	0.046
240–242	МПГ	1.895	0.0051	0.0001	78	0	66	25	9	1.3	9.8	41.2	0.005
270–272	ЭГ	2.892	0.0081	0.0001	9	0	75	25	0	11.1	1.1	3.1	0.003
290–292	ЭГ	2.654	0.0085	0.0001	37	29	37	29	5	2.7	4.6	13.9	0.004

Таблица. Продолжение

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в ослок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
300–302	ЭГ	3.016	0.0096	0.0002	130	24	48	24	4	1.5	16.3	43.1	0.007
320–322	Ц	3.701	0.0071	0.0001	18	0	77	16	7	5.6	2.3	4.9	0.003
330–332	Ц	4.408	0.0111	0.0001	37	0	37	67	6	2.7	4.6	8.4	0.002
340–342	Ц	3.418	0.0115	0.0002	114	0	37	67	6	1.8	14.3	33.4	0.006
370–372	Ц	4.088	0.0091	0.0001	39	0	46	46	8	2.6	4.9	9.5	0.002
380–382	Ц	4.266	0.0074	0.0003	11	0	50	50	0	27.3	1.4	2.6	0.007
390–392	Ц	4.266	0.0081	0.0019	567	0	47	47	6	3.4	70.9	132.9	0.045
400–402	Ц	3.247	0.0048	0.0001	19	0	49	43	8	5.3	2.4	5.9	0.003
410–412	Ц	4.109	0.0014	0.0001	4	0	58	42	0	25.0	0.5	1.0	0.002
420–422	Ц	2.966	0.0013	0.0001	4	0	75	21	4	25.0	0.5	1.3	0.003
Станция 3923 (16°30.4' с.ш., 126°00.7' з.д.; гл. 4510 м)													
10–12	МГ	3.992	0.0014	0.0008	241	12	50	37	1	3.3	30.1	60.4	0.020
20–22	МГ	3.102	0.0197	0.0001	74	25	50	25	1	1.4	9.3	23.9	0.003
30–32	МГ	4.291	0.0006	0.0003	144	24	48	24	4	2.1	18.0	33.6	0.007
40–42	МГ	4.346	0.0004	0.0003	78	21	56	21	2	3.8	9.8	17.9	0.007
80–82	МГ	3.995	0.0014	0.0007	239	15	51	32	2	2.9	29.9	59.8	0.018
130–132	ЭГ	4.807	0.0703	0.0022	1055	0	13.6	50	36.4	2.1	131.9	219.5	0.046
160–162	ЭГ	5.071	0.0146	0.0025	1041	8	16	48	28	2.4	130.1	205.3	0.049
230–232	Ц	5.409	0.0104	0.0101	2828	0	4	71	25	3.6	353.5	522.8	0.187
330–332	Ц	5.541	0.0036	0.0029	912	0	6.9	58.6	30.5	3.2	114.0	164.6	0.052
350–352	ЦГ	4.923	0.0008	0.0003	262	18	45	36	1	1.1	32.8	53.2	0.006
370–372	ЦГ	4.481	0.0004	0.0001	19	37	37	25	1	5.3	2.4	4.2	0.002
Станция 3940-3 (19°58.5' с.ш., 125°56.9' з.д.; гл. 4620 м)													
10–12	МГ	5.064	0.0006	0.0003	36	51	23	24	2	8.3	4.5	7.1	0.006
20–22	МГ	6.995	0.0006	0.0002	25	40	32	27	1	8.0	3.1	3.6	0.003

Таблица. Продолжение

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в ослок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30–32	МГ	5.333	0.0012	0.0001	38	0	65	32	3	2.6	4.8	7.1	0.002
60–62	МГ	5.398	0.0002	0.0001	16	0	47	48	5	6.3	2.0	3.0	0.002
70–72	МГ	5.407	0.0004	0.0003	201	14	36	45	5	1.5	25.1	37.2	0.006
80–82	МГ	5.659	0.0006	0.0002	103	40	28	28	4	1.9	12.9	18.2	0.004
90–92	МГ	5.729	0.0003	0.0002	96	27	36	30	3	2.1	12.0	16.8	0.003
100–102	МГ	5.447	0.0012	0.0007	239	38	26	34	5	2.9	29.9	43.9	0.013
110–112	МГ	4.885	0.0007	0.0005	243	29	28	26	17	2.1	30.4	49.7	0.010
125–127	МГ	6.857	0.0009	0.0005	350	14	30	46	10	1.4	43.8	51.0	0.007
135–137	МГ	6.104	0.0011	0.0008	604	14	28	46	12	1.3	75.5	99.0	0.013
140–142	МГ	5.302	0.0048	0.0017	974	0	17.6	35.3	47.1	1.7	121.8	183.7	0.032
150–152	МГ	5.503	0.0007	0.0002	150	22	34	34	10	1.3	18.8	27.3	0.004
165–167	МГ	5.704	0.0013	0.0009	464	10	40	50	10	1.9	58.0	81.3	0.016
170–172	МГ	5.931	0.0017	0.0014	998	0	21.4	35.7	42.9	1.4	124.8	168.3	0.024
180–182	МГ	6.315	0.0011	0.0005	317	20	36	34	10	1.6	39.6	50.2	0.008
200–202	МГ	5.701	0.0041	0.0037	1577	8.1	2.7	59.5	29.7	2.3	197.1	276.6	0.065
210–212	МГ	6.072	0.0033	0.0029	1381	0	1.7	69	29.3	2.1	172.6	227.4	0.048
220–222	МГ	5.942	0.0044	0.0039	2047	0	1.3	56.4	42.3	1.9	255.9	344.5	0.066
240–242	МГ	3.674	0.0268	0.0002	78	20	37	37	6	2.6	9.8	21.2	0.005
270–272	МГ	5.805	0.0041	0.0032	1288	0	4.7	59.4	35.9	2.5	161.0	221.9	0.055
300–302	МГ	4.623	0.0073	0.0066	2116	0	6.8	69.7	23.5	3.1	264.5	457.7	0.143
310–312	МГ	5.304	0.0076	0.0071	1565	0	7	71.8	21.2	4.5	195.6	295.1	0.134
320–322	МГ	5.218	0.0062	0.0058	1491	0	3.4	91.4	5.2	3.9	186.4	285.7	0.111
330–332	ЭГ	5.623	0.0072	0.0069	2297	0	1.5	24.2	4.3	3.0	287.1	408.5	0.123
340–342	ЭГ	4.937	0.0068	0.0064	1744	0	4.7	87.5	7.8	3.7	218.0	353.3	0.130
350–352	ЭГ	4.746	0.0106	0.0097	1726	0	8.2	80.4	11.4	5.6	215.8	363.7	0.204
370–372	ЭГ	5.562	0.0058	0.0053	1306	0	3.8	75.5	20.7	4.1	163.3	234.8	0.095

Таблица. Продолжение

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в осадок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Станция 3940–14 (19°56.4' с.ш., 126°01.9' з.д.; гл. 4565м)													
5–7	МГ	5.081	0.0002	0.0002	102	0	26	66	8	2.0	12.8	20.1	0.004
15–17	МГ	5.747	0.0001	0.0001	40	0	53	43	4	2.5	5.0	7.0	0.002
25–27	МГ	5.335	0.0001	0.0001	51	0	35	60	5	2.0	6.4	9.6	0.002
45–47	МГ	6.305	0.0001	0.0001	4	0	0	85	15	25.0	0.5	0.6	0.002
55–57	МГ	6.078	0.0002	0.0001	35	0	60	36	4	2.9	4.4	5.8	0.002
60–62	МГ	6.119	0.0003	0.0002	64	34	34	26	6	3.1	8.0	10.5	0.003
65–67	МГ	5.581	0.0002	0.0001	41	46	31	18	5	2.4	5.1	7.3	0.002
75–77	МГ	5.26	0.0002	0.0002	28	18	63	13	2	7.1	3.5	5.3	0.004
80–82	МГ	5.184	0.0001	0.0001	43	43	33	22	2	2.3	5.4	8.3	0.002
95–97	МГ	5.346	0.0002	0.0001	9	0	55	37	8	11.1	1.1	1.7	0.002
100–102	МГ	3.143	0.0001	0.0001	14	0	49	49	4	7.1	1.8	4.5	0.003
110–112	МГ	5.027	0.0001	0.0001	12	0	64	32	4	8.3	1.5	2.4	0.002
120–122	МГ	5.831	0.0001	0.0001	22	40	27	30	3	4.5	2.8	3.8	0.002
135–137	МГ	5.969	0.0003	0.0001	75	27	37	27	9	1.3	9.4	12.6	0.002
140–142	МГ	5.938	0.0006	0.0004	206	28	20	48	4	1.9	25.8	34.7	0.007
150–152	МГ	5.983	0.0002	0.0001	103	17	44	34	5	1.0	12.9	17.2	0.002
170–172	МГ	4.994	0.0008	0.0008	944	0	0	37.5	62.5	0.8	118.0	189.0	0.016
180–182	МГ	4.883	0.0016	0.0013	921	0	0	30.8	69.2	1.4	115.1	188.6	0.027
190–192	МГ	5.219	0.0011	0.0009	895	0	11.1	44.4	44.5	1.0	111.9	171.5	0.017
200–202	МГ	4.899	0.0022	0.0022	1476	0	9	50	40.9	1.5	184.5	301.3	0.045
220–222	МГ	5.452	0.0031	0.0031	1904	0	6.7	73.3	20.0	1.6	238.0	349.2	0.057
230–232	МГ	5.702	0.0034	0.0034	2096	0	8.8	61.8	29.4	1.6	262.0	367.6	0.060
240–242	МГ	5.395	0.0024	0.0024	1310	0	0	66.7	33.3	1.8	163.8	242.8	0.044
250–252	МГ	5.281	0.0064	0.0057	2956	0	0.9	59.6	39.5	1.9	369.5	559.7	0.108
260–262	МГ	3.244	0.0012	0.0009	750	0	5.6	33.3	61.1	1.2	93.8	231.2	0.028

Таблица. Окончание

Горизонт, см	Тип осадка*	Масса сухого осадка** (Рос), г	Масса фракции (Рфр) > 0.05 мм, г	Масса МК > 0.05 мм (РМК), г	Число МК (NМК), шт.	Соотношение фракций МК > 0.05мм, %				Масса одной МК (РМК/NМК), мкг	NМК/Vво, шт./см ³	NМК/Рос, шт./г	Вклад МК в ослок (РМК/Рос), %
						>0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
280–282	МГ	5.376	0.0034	0.0031	1455	0	0	66.7	33.3	2.1	181.9	270.6	0.058
290–292	МГ	5.766	0.0068	0.0052	2491	0	0	63.5	36.5	2.1	311.4	432.0	0.090
300–302	МГ	5.795	0.0052	0.0048	2051	0	1.0	70.8	28.2	2.3	256.4	353.9	0.083
310–312	МГ	5.965	0.0051	0.0048	2065	0	2.1	61.8	36.1	2.3	258.1	346.2	0.080
320–322	МГ	5.659	0.0051	0.0048	2053	0	2.1	47.9	50.0	2.3	256.6	362.8	0.085
360–362	МГ	5.489	0.0038	0.0031	1278	0	2.9	64.7	32.4	2.4	159.8	232.8	0.056
Среднее по 6 колон- кам	ГР(1)***	2.371	0.0012	0.0004	119	0	61	31	8	3.4	14.9	50.2	0.017
	ГРд(1)	2.569	0.0002	0.0001	140	0	65	30	5	0.7	17.5	54.5	0.004
	РГ(11)	2.406	0.0012	0.0005	140	2.1	53.7	38	6.1	15.5	17.5	83.1	0.027
	МГ(85)	4.579	0.0025	0.0015	573	12.9	27.7	43.9	16.1	7.2	71.7	119.6	0.034
	МГр(10)	2.643	0.0009	0.0003	63	8.8	57.4	32.9	0.9	9.9	7.9	22.8	0.013
	ЭГ(22)	4.246	0.0142	0.0045	1234	4.9	22.0	51.2	18.7	6.0	154.3	287.2	0.104
	ЦГ(7)	4.425	0.0057	0.0014	414	7.9	32.9	48.7	10.6	3.7	51.8	95.4	0.032
	Ц(11)	4.129	0.0070	0.0010	414	0.0	44.3	48.1	9.1	9.6	51.8	80.7	0.028
МПГ(4)	2.789	0.0041	0.0015	616	5.3	42.1	39.6	13.7	6.5	77.0	237.8	0.057	

* Осадки: ГР– глинисто-радиоляриевый ил, ГРд – то же, обогащенный диатомеями, РГ–радиоляриево-глинистый ил, МГ– миопелагическая глина, МГр – то же, обогащенная радиоляриями, ЭГ– эвпелагическая глина, ЦГ– цеолито-глинистый осадок, Ц – цеолитит, МПГ – древняя миопелагическая глина.

** Объем влажного осадка (Vво) всюду 8 см.³

*** В скобках – число проб.

В случае отсутствия в колонке слоев с надежной стратификацией (природная неполнота разреза, потери при опробовании ударной грунтовой трубкой и др.) определение относительных скоростей осадконакопления невозможно, однако, взяв за основу любой самый верхний горизонт разреза, удастся оценить тенденцию относительного изменения во времени того или иного параметра.

На ст. 3903 толщина гомогенного слоя I достигает 14 см, что соответствует абсолютной скорости седиментации (V) 28 мм/1000 лет.

В колонке 3905 при мощности слоя I около 2 см $V = 4$ мм/1000 лет [6, 15].

На ст. 3940-14 голоценовые осадки (сумма слоев I и II) составляют 9 см, т.е. $V = 9$ мм/1000 лет.

Таким образом, для оценки относительных скоростей формирования осадков (V_0) по различным независимым параметрам были использованы колонки 3903, 3905 и 3940-14, тогда как данные по другим трем разрезам (станции 3922, 3923, 3940-3) послужили основой для выявления вариаций этих же параметров, исключая V_0 [8, 10].

Ст. 3903 интересна тем, что она расположена на северо-восточной периферии радиоляриевого пояса биогенного кремнеосаждения с относительно высокими темпами седиментации (см. таблицу) [3, 10]. Вскрытый разрез мощностью 398 см представлен переслаивающимися кремнисто-глинистыми илами, вмещающими железомарганцевые конкреции, и миопелагическими глинами (рис. 1).

По комплексу характеристик в колонке 3903 визуально выделяются несколько экстремумов, на наш взгляд, свидетельствующих о замедлении темпов седиментации, т.е. о благоприятных условиях формирования МК (гор. 20–22, 170–172, 330–332, 360–362 см). Более достоверную аргументацию палеоокеанологических событий можно получить из представлений об относительных скоростях осадконакопления. Как было отмечено выше, абсолютная скорость формирования гомогенного слоя осадков (V) на ст. 3903 составляет 28 мм/1000 лет. После подсчета отношения каждого показателя верхнего (гомогенного) слоя к соответствующему параметру любого нижележащего горизонта осадков (в статье данные не приводятся) необходимо и достаточно полученные частные (безразмерные коэффициенты) умножить на 28, оценив относительную скорость седиментации (мм/1000 лет) – V_0 . Результаты этой процедуры в сочетании с данными таблицы приведены на рис. 1.

Вычисленные значения V_0 варьируют в широких пределах – 0.4–1307 мм/1000 лет, однако статистически преобладают скорости до 30 мм/1000 лет, соответствующие изменениям параметров: вес осадка – $R_{ос}$, вес фракции размером >0.05 мм – $R_{фр} > 0.05$ мм, вес микроконкреций размером

>0.05 мм – $R_{мк} > 0.05$ мм, вес единичной микроконкреции – $R_{мк}/N_{мк}$, весовой вклад микроконкреций в осадок – $R_{мк}/R_{ос}$.

Неоднозначные величины получены для показателей $N_{мк}$, $N_{мк}/V_{во}$ ($V_{во}$ – число МК в единице объема осадка), $N_{мк}/R_{ос}$. Наблюдаемые экстремумы V_0 приурочены к медленно накапливающимся миопелагическим глинам (гор. 20–22, 170–172, 330–332, 360–362 см), т.е. литологически объяснимы. Что касается относительно высоких V_0 (гор. 0–7, 40–42, 150–152, 210–212 см и др.), то они согласуются как с более интенсивным накоплением кремнисто-глинистых илов по сравнению с миопелагическими глинами, так и с предположением о локальном поступлении дополнительного осадочного материала в район ст. 3903 за счет гравитационных потоков разного генезиса, включая взвесь придонных антарктических вод.

Таким образом, оценка V_0 по множеству показателей свидетельствует, что осадки колонки 3903 сформировались в относительно спокойной обстановке, когда эпизодически усиливалась биопродуктивность планктона с кремневым скелетом, постепенно приближая смену миопелагических глин радиоляриево-глинистыми и глинисто-радиоляриевыми илами. Других значимых палеоокеанологических событий в пределах ст. 3903, по-видимому, не было.

Ст. 3905 (как и ст. 3903) находится в пределах северо-восточной периферии приэкваториального радиоляриевого пояса (см. таблицу), о чем свидетельствует маломощный гомогенный поверхностный слой глинисто-радиоляриевых илов, вмещающих железомарганцевые конкреции (рис. 2). В основном же полученная колонка длиной 392 см сложена окисленными глинами – плейстоценовыми МГ, плейстоцен-миоценовыми ЭГ и древними МПГ [3, 10].

При мощности гомогенных осадков (слой I) около 2 см абсолютная скорость накопления их (V) составляет 4 мм/1000 лет [3, 15]. В зависимости от величин безразмерных коэффициентов (отношение параметров слоя I и нижележащих горизонтов), умноженных на 4, были подсчитаны по совокупности характеристик осадков и МК относительные темпы седиментации (V_0) на ст. 3905.

При большом разбросе величин V_0 (0.1–2402 мм/1000 лет) статистически преобладают относительные скорости до 10 мм/1000 лет (с учетом всех параметров, кроме $N_{мк}/V_{во}$).

Максимальные значения V_0 , включая $N_{мк}/V_{во}$, характерны для плейстоценовых МГ – гор. 140–142, 150–152, 220–222, 270–272 см. Исключение составляет лишь параметр $R_{мк}/N_{мк}$, расчет по которому выявил нестандартные горизонты повышенной скорости V_0 – 80–82, 100–102, 200–202 см.

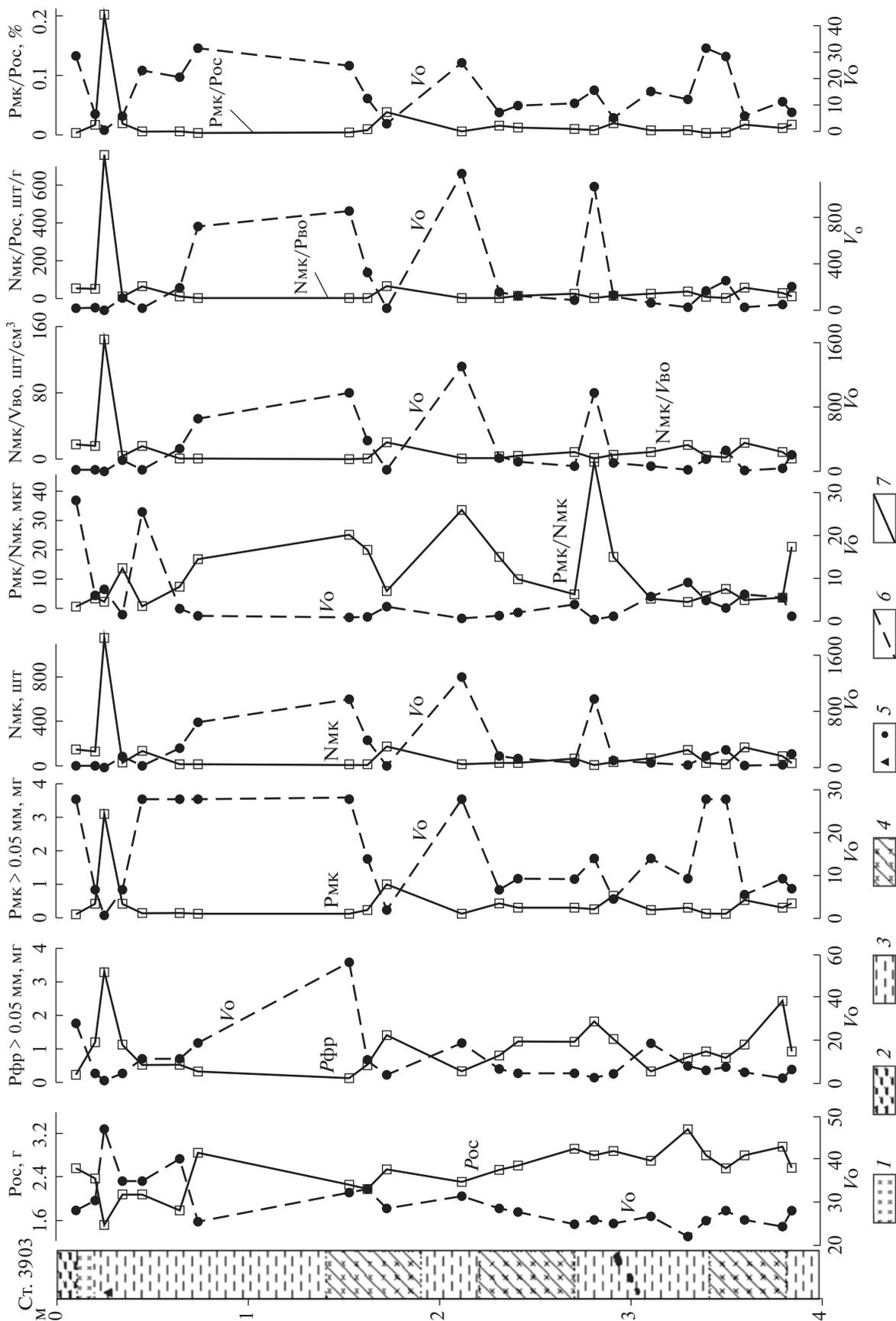


Рис. 1. Строение осадочной толщи на ст. 3903 и относительные скорости седиментации — V_0 (мм/1000 лет).
 1–4 – Осадки: 1 – глинисто-радиоляриевый ил, 2 – то же, обогащенный диагомеями, 3 – радиоляриево-глинистый ил, 4 – миопелагическая глина, обогащённая радиоляриями; 5 – железомарганцевая конкреция и ее фрагмент; 6, 7 – граница раздела: 6 – постепенная, 7 – резкая.

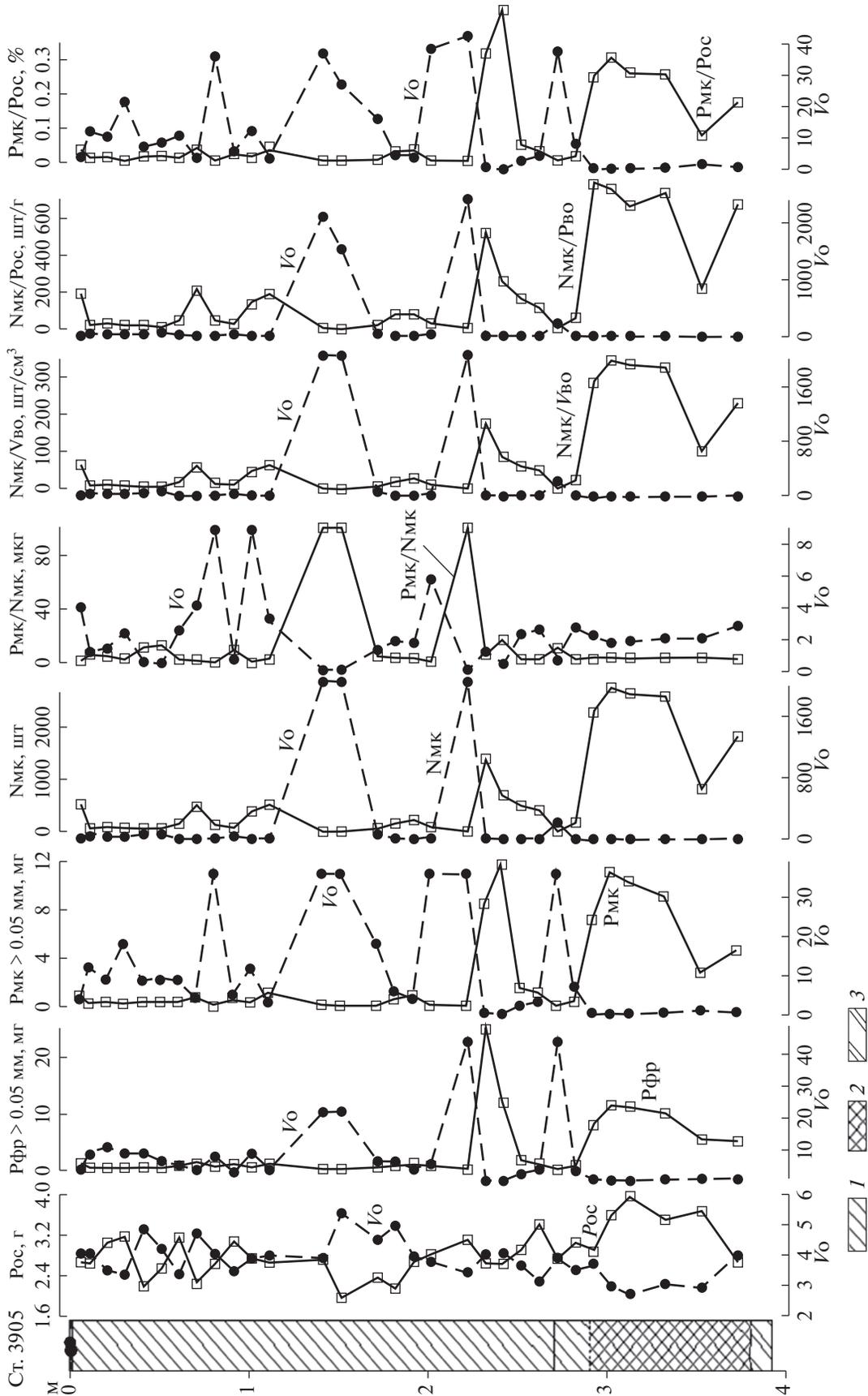


Рис. 2. Строение осадочной толщи на ст. 3905 и относительные скорости седиментации – V_0 (мм/1000 лет). 1–3 – Глина: 1 – плейстоценовая миопелагическая, 2 – доплейстоценовая эвпелагическая, 3 – плиоцен-миоценовая миопелагическая. Остальные условные обозначения см. на рис. 2.

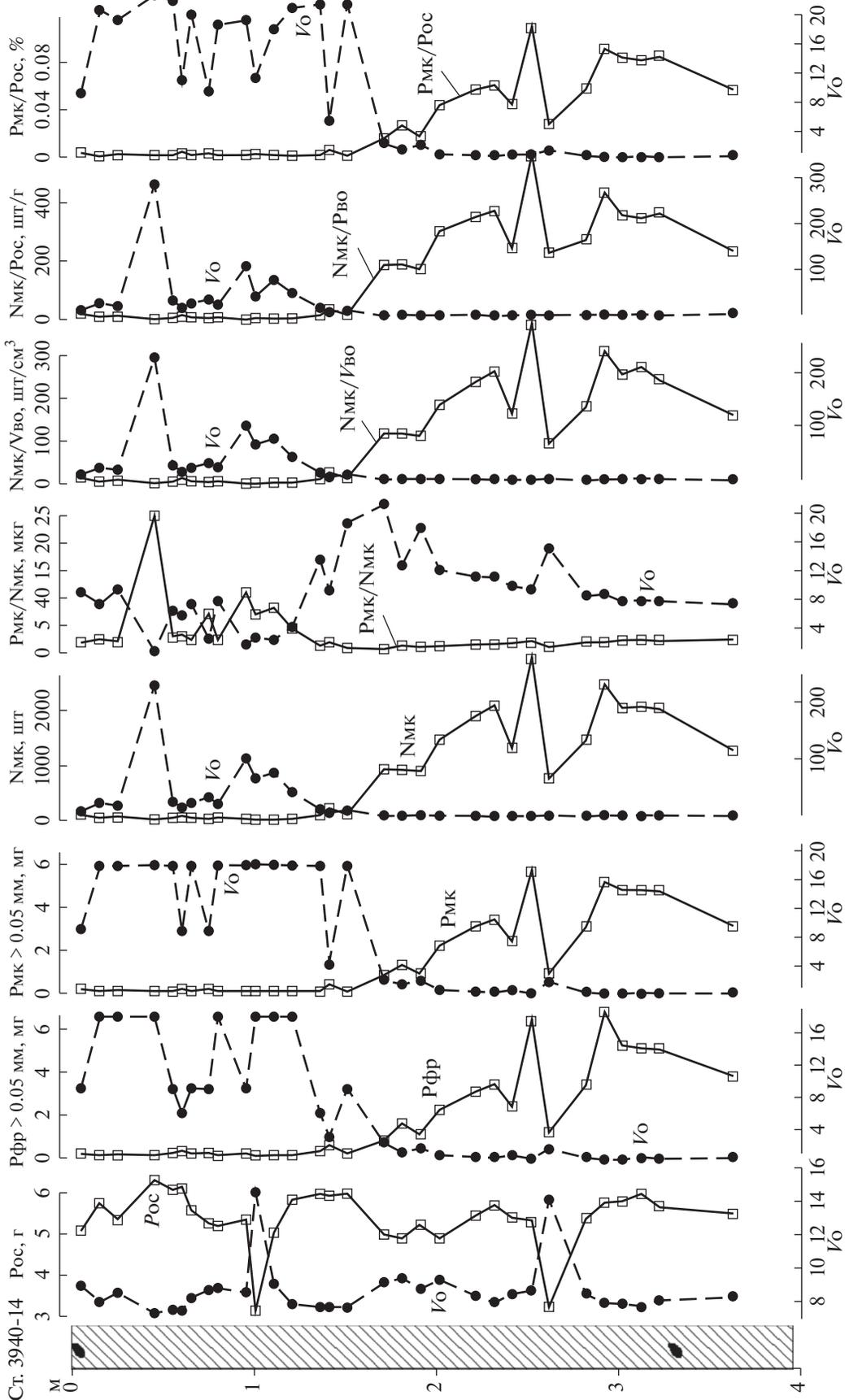


Рис. 3. Строение осадочной толщи на ст. 3940-14 и относительные скорости седиментации — I_0 (мм/1000 лет).
Условные обозначения см. на рис. 1 и 2.

Наиболее благоприятные условия образования МК (низкие величины V_0) были, вероятно, при накоплении доплейстоценовых ЭГ и МПГ. Вполне возможно, что отмеченное выше эпизодическое нарастание скорости формирования МГ связано с разгрузкой в районе ст. 3905 тонкой взвеси замедленных антарктических глубинных вод.

Ст. 3940-14 расположена в биологически непродуктивной зоне (см. таблицу), поэтому вскрытый разрез мощностью 375 см, сложен плейстоценовыми окисленными миопелагическими глинами, включающими железомарганцевые конкреции как на разделе вода—дно, так и погребенные (рис. 3). На этой станции голоценовые осадки (сумма слоев I и II) [3, 15] составляют 9 см, т.е. $V = 9$ мм/1000 лет. В литологически однородной колонке 3940-14 относительная скорость накопления миопелагических глин (V_0) по комплексу параметров колеблется в пределах 0.3–285 мм/1000 лет, при этом в интервале разреза 0–152 см существенно преобладают повышенные значения V_0 (10–285 мм/1000 лет), тогда как ниже по колонке (гор. 152–375 см) наблюдаются устойчиво низкие величины V_0 (0.3–5.0–10.0 мм/1000 лет).

Таким образом, нижняя часть вскрытого разреза на ст. 3940-14 сформировалась в условиях постоянно малых V_0 , благоприятных для роста МК. Позднее (до современности) неоднократно происходили пульсации параметров среды, связанные с вариациями климата и гидродинамики антарктических придонных вод в южной части Тихого океана, которые, постепенно замедляясь при движении на север, интенсивно освобождались от взвеси в районе ст. 3940–14.

В исследованных колонках (3903, 3905, 3940-14; см. таблицу, рис. 1–3) подсчитаны вариации и тренды относительных темпов осадконакопления (V_0), исходя из абсолютной скорости (V) формирования приповерхностных слоев I и II [3, 15].

Полученные для разных параметров величины V_0 (средние и экстремальные) оказались статистически близкими, что позволило выявить фоновые и аномальные горизонты осадков, высказать предположения об условиях их накопления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное исследование пелагических осадков низкопродуктивной зоны Северо-Восточной котловины Тихого океана позволило обосновать методику оценки относительных скоростей осадконакопления (V_0) и выявления трендов вариаций ряда параметров.

Фундаментом методики послужили известные представления об абсолютных темпах формирования приповерхностных слоев осадочной толщи (V), а также обратная зависимость между числом,

массой, другими характеристиками марганцевых микроконкреций и V различных вещественно-генетических типов глубоководных отложений. При известных величинах V для литологических слоев I и II на станциях 3903, 3905, 3940-14 были определены не только вариации V_0 (тренды), но и палеоокеанологически значимые уровни снижения или роста V_0 , связанные, по-видимому, с климатическими событиями и динамикой антарктических придонных вод — дополнительного источника тонкодисперсной взвеси для образования пелагических глин.

Таким образом, очевидно, что разброс величин V_0 , полученных путем сравнения различных показателей осадков и МК, весьма существенный, однако сходные значения V_0 , вычисленные с учетом параметров R_{mk}/N_{mk} (средняя масса единичной микроконкреции), $R_{fr} > 0.05$ мм (вес фракции более 0.05 мм), R_{mk}/P_{oc} (весовой вклад микроконкреций в осадок) и R_{mk} (массы микроконкреций), позволяют считать именно эти показатели в основном отражающими тренды относительных темпов пелагического осадконакопления (V_0). Опираясь на собственные цели и задачи, возможные последователи вправе ограничивать себя в выборе предложенных параметров.

Интерпретация результатов выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 14-50-00095).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшков А.И., Свальнов В.Н., Сивцов А.В. и др. Минеральный состав марганцевых микроконкреций Гватемальской котловины // *Океанология*. 1996. Т. 36. № 3. С. 112–118.
2. Ивлиев П.А., Свальнов В.Н., Алексеева Т.Н. К методике расчета относительных скоростей пелагической седиментации // *Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. Материалы VII Всероссийского литологического совещания (Новосибирск, 28–31 октября 2013 г.)*. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, Т. 1. С. 367–370.
3. Свальнов В.Н. Динамика пелагического литогенеза. М.: Наука, 1991. 256 с.
4. Свальнов В.Н. Литология и стратиграфия // Железо-марганцевые конкреции центральной части Тихого океана. М.: Наука, 1986. С. 36–67.
5. Свальнов В.Н. Литостратиграфия // Железо-марганцевые конкреции Центральной котловины Индийского океана. М.: Наука, 1989. С. 96–97.
6. Свальнов В.Н. Океанские марганцевые микроконкреции как индикатор условий седиментации // *Тихоокеанская геология*. 2001. Т. 20. № 6. С. 57–69.
7. Свальнов В.Н. Четвертичное осадкообразование в восточной части Индийского океана. М.: Наука, 1983. 192 с.
8. Свальнов В.Н., Алексеева Т.Н., Ивлиев П.А. Характеристики марганцевых микроконкреций как ин-

- дикаторы условий седиментации в пелагических осадках. // *Океанология*. 2016. Т. 56. № 1. С. 146–153.
9. Свальнов В.Н., Горшков А.И., Успенская Т.Ю. и др. Минералогия марганцевых микроконкреций. Сообщение 1. Биологически непродуктивные зоны Мирового океана // *Литология и полез. ископаемые*. 1997. № 5. С. 458–469.
 10. Свальнов В.Н., Ивлиев П.А., Алексеева Т.Н. Влияние характеристик марганцевых микроконкреций на вариации относительных скоростей пелагической седиментации // *Геология морей и океанов: Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии*. М.: ГЕОС, 2013. Т 2. С. 313–317.
 11. Свальнов В.Н., Ляпин А.Б., Новикова З.Т. Марганцевые микроконкреции. Сообщение 1. Общая характеристика и распределение в пелагических осадках // *Литология и полезн. ископаемые*. 1991. № 3. С. 3–20.
 12. Свальнов В.Н., Ляпин А.Б., Новикова З.Т. Марганцевые микроконкреции. Сообщение 2. Состав и происхождение // *Литология и полез. ископаемые*. 1991. № 4. С. 32–50.
 13. Свальнов В.Н., Новикова З.Т., Казакова В.П. Состав крупноалевритовой фракции осадков // *Железо-марганцевые конкреции Центральной котловины Индийского океана*. М.: Наука, 1989. С. 127–134.
 14. Свальнов В.Н., Успенская Т.Ю., Горшков А.И. и др. Минералогия марганцевых микроконкреций. Сообщение 2. Биологически продуктивные зоны Индийского и Тихого океанов // *Литология и полезн. ископаемые*. 1997. № 6. С. 636–648.
 15. Berger W.H. The bantic interface of deep-sea carbonates: A three-tiered sequence controlled by depth of deposition // *The dynamic environment of the ocean floor*. Toronto: Lexington Books, 1982. P. 95–114.

Research Pelagic Sedimentation Rates Depending on the Characteristics of Manganese Microconcretions

V. N. Svalnov, P. A. Ivliev, T. N. Alekseeva

In the study of sections of columns from the northern tropical Pacific (North-East Basin) revealed that pelagic sediments are the Quaternary oxidized uncarbonatic clay and radiolarian, radiolarian-clayey silt, clay miopelagic, sometimes enriched radiolarians prior to pleystotsen miopelagic and evpelagic clays, zeolite-clay sediments zeolitits. They are certain parameters micronodules manganese – particle size and composition, number, weight and distribution-determination. These data allowed us to calculate the relative sedimentation velocity (V_0) in sections. At the same time shall be based on an assessment of the absolute velocity (V) of the upper storage (homogeneous) layer column (age 5 thousand years). The values of the relative rates of sedimentation, the allow-by assume that indicators RМК/Nmk, RDF > 0.05 mm, RCC/grew and mass microconodules (RCC), the reflection-zhayut variation trends of rates of pelagic sedimentation.