



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ
им. П.П. ШИРШОВА
ФГУНПП «СЕВМОРГЕО»
ФГУП ВНИИОкеангеология



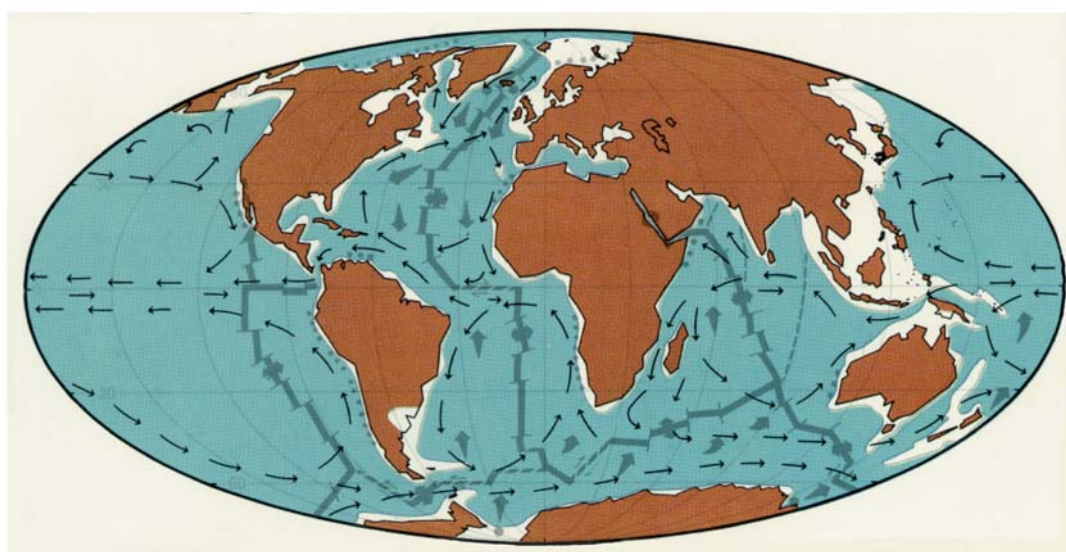
Материалы
XVII
Международной
научной
конференции
(Школы)
по морской
геологии

Москва

2007

ГЕОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

ТОМ I



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА
ФГУНПП «СЕВМОРГЕО»
ФГУП ВНИИОкеангеология

ГЕОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

**Материалы XVII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 12–16 ноября 2007 г.

Том I

Москва
ГЕОС
2007

ББК 26.221

Г35

УДК 551.35

Геология морей и океанов: Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. I. – М.: 2007. – 334 с.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XVII Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в четырех томах.

В томе I рассмотрены проблемы морской геологии Арктики, изучения нефти и газа на дне морей и океанов, палеоокеанологии, палеоэкологии, биостратиграфии, перекрестной корреляции отложений.

Материалы опубликованы при финансовой поддержке Отделения наук о Земле РАН, Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант 07-05-06024), ФГУНПП «Севморгео», ФГУП ВНИИОкеангеология, издательства ГЕОС.

Ответственный редактор
Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. В.П. Шевченко, Н.В. Политова

The reports of marine geologists, geophysics, geochemists and other specialists of marine science at XVII International Conference on Marine Geology in Moscow are published in four volumes.

Volume I includes reports devoted to the problems of marine geology of the Arctic region, research of oil and gas in the seas and oceans, paleoceanology, paleoecology, biostratigraphy, cross correlation of deposits.

Chief Editor
Academician A.P. Lisitzin
Editors Dr. V.P. Shevchenko, N.V. Politova

ISBN 978-5-89118-403-9
ББК 26.221

© ИО РАН, 2007

**А.П. Лисицын, С.А. Сафарова, В.П. Шевченко,
Н.В. Политова**

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: lisitzin@ocean.ru)

История Школ (Конференций) по Морской геологии в России

A.P. Lisitzin, S.A. Safarova, V.P. Shevchenko, N.V. Politova

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

History of Schools (Conferences) on Marine Geology in Russia

Всесоюзная Школа по Морской геологии впервые собралась в г. Гелленджике на Черном море осенью 1974 г. Возникновение и история Школы тесно связаны со становлением морской геологии как новой науки в изучении Мирового океана [1]. В конце шестидесятых – начале семидесятых годов XX века открытия в этой новой области стали появляться с лавинной скоростью. Именно в это время в полную силу начали работать шесть крупных научно-исследовательских судов Института океанологии, которые совершали по 15–20 рейсов во все части Мирового океана ежегодно. Впервые был детально изучен рельеф дна Мирового океана, открыта глобальная система срединных хребтов, изучены практически все типы глубоководных осадков вплоть до максимальных глубин океана (11023 м), открытых в экспедиции на НИС "Витязь".

Впервые был развит полный комплекс геофизических исследований дна океана, начато изучение взвешенного осадочного вещества в толще его вод и аэрозольного материала над океанами.

В 1968 г. началось глубоководное бурение дна океана, начаты исследования морского дна с помощью подводных обитаемых аппаратов, а в 1977 г. открыта гидротермальная деятельность на дне морей и океанов – процессы современного рудообразования.

Этот прорыв в изучении геологии дна морей и океанов вместе с быстрым развитием океанологии в целом привел к революционным преобразованиям в геологии – к созданию концепции тектоники литосферных плит, к возникновению новых не менее революционных концепций практически во всех разделах геологии: стратиграфии, геохимии, седиментологии и др.

В эти годы возникали целые новые направления в науках о Земле: палеоокеанология, учение о водной взвеси, литология, геохимия плит и др. Научные журналы запаздывали с публикацией новых данных, представляющих огромный интерес.

В этих условиях возникла срочная необходимость в организации совещаний, посвященных деловому и объективному обсуждению новых данных. С этой целью было решено организовать серию регулярных совещаний достаточной длительности – по крайней мере, 7 дней. Каждое с постановкой обзорных докладов ведущих ученых страны (а впоследствии и Мира) по

наиболее актуальным направлениям, а затем с более детальным обсуждением по секциям. Совещания такой продолжительности в то время можно было проводить только под названием "Школа" – отсюда и возник парадокс: многие годы это была Школа, в которой участвовали крупнейшие ученые – академики, члены-корреспонденты Академии наук СССР, доктора и кандидаты наук.

Инициаторами-организаторами первой Школы по Морской геологии выступили А.П. Лисицын, К.М. Шимкус и Е.М. Емельянов. Эта инициатива была поддержана директором Института океанологии академиком А.С. Могиным, который выступал с докладами на многих Школах.

Несколько необычными были принципы работы Школы и отбора докладов: 1 – демонстрировались самые новые, чаще всего еще не опубликованные материалы «с рабочего стола»; 2 – приветствовались новые идеи, часто еще недостаточно обоснованные, находящиеся в младенческом возрасте и уязвимые для критики; 3 – критика должна быть доброжелательной и объективной, она продолжалась при личном общении; 4 – тематика с максимальной широтой охвата в пространстве, весь Мировой океан – и во времени; 5 – всячески поощрялись выступления женщин-геологов и молодых ученых. Каждая выступающая женщина по традиции Школы получала букет цветов, а молодой ученый – монографию с автографом автора. Для всех Школ характерна очень теплая праздничная атмосфера.

Первые Всесоюзные Школы, начиная с 1974 г. по 1998 г. (I–XII Школы) проходили на базе Южного Отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в г. Геленджике.

С 1974 по 1998 гг. неизменным соорганизатором Школы (совместно с академиком А.П. Лисицыным) был К.М. Шимкус – заведующий Лабораторией геологии предокеана Южного Отделения Института океанологии. В Москве первые рабочие группы Оргкомитета возглавляли сначала А.И. Лебедев, затем М.А. Левитан, а в последующие годы – С.А. Сафарова (с 1984 г.), а в настоящее время В.П. Шевченко и Н.В. Политова.

В памяти всех участников Школы в Геленджике тех лет остались незабываемые впечатления не только от насыщенных новыми данными научных докладов, но и от прекрасной организации работы, научных экскурсий на геологические разрезы верхнемеловых–датских флишевых формаций северо-западного Кавказа (экскурсии проводились профессором С.Л. Афанасьевым), ознакомления с подводными аппаратами "Аргус" и др. Запомнилась и культурная программа: экскурсии в художественную Галерею, в Абрау-Дюрсо, и, наконец, заключительное мероприятие "№ 5" на лужайках в Голубой бухте под открытым звездным небом с шашлыками и сухим вином со знаменитого завода "Геленджикских вин", с геологическими песнями и непрекращающимися обсуждениями заслушанных днем научных докладов.

Число участников Школ с каждым годом все возрастало. Если на первых Школах было от 200 до 250 человек, то на последних «геленджикских»

достигало 500, возросло также и количество представленных докладов (таблица).

Проведение один раз в два года Всесоюзных, а затем Международных Школ стало традицией. Уровень работы Школ и большой диапазон обсуждаемых вопросов привлекает ученых геологов как нашей страны, так и зарубежных.

В разные годы в работе Школ активно участвовали ведущие ученые-геологи нашей страны – академики АН СССР и РАН: А.Л. Яншин, В.Е. Хайн, А.С. Монин, И.П. Герасимов, В.В. Меннер, А.Л. Книппер, Ю.М. Пушаровский, А.Б. Ронов, О.С. Вялов, Е.Е. Милановский, А.Н. Дмитриевский, В.Г. Бондур, М.Е. Виноградов, Ю.Г. Леонов, В.А. Жариков, М.В. Иванов, К.Я. Кондратьев; члены-корреспонденты АН СССР и РАН: П.Л. Безруков, Л.П. Зоненшайн, Н.Б. Вассоевич, А.А. Геодекян, Н.А. Богданов, Н.С. Бортников, Г.Б. Удинцев.

За прошедшие годы резко увеличилось и число организаций-участников – от 18 на первой Школе до обычных сейчас 40–60, что, в целом, свидетельствует о расширении фронта работ и о росте интереса к работам по геологии Мирового океана. Всего в работе 16-ти прошедших Школ по морской геологии приняло участие более 4700 ученых.

На каждой Школе заслушивалось на пленарных заседаниях, секциях и постерах в среднем от 250 до 300 научных докладов, т.е. за все время работ это составило около 4000 докладов, причем, 350–550 пленарных (заказных), которые делали крупнейшие геологи нашей страны, а с 1990 г., когда Школа получила статус Международной конференции, также и ведущие зарубежные ученые.

Число иностранных участников менялось, в работе некоторых Школ принимало участие до 50 зарубежных специалистов более чем из 20 стран. Среди них выступали с заказными лекциями профессора: Г. Аррениус, К.О. Эмери, С. Хонжо, М. Эдмонд (США), Э. Бонатти (Италия), В. Хей (США–Германия), П. Вассман (Норвегия), В. Иттекот (Германия), Ф. Манхейм (США), Ж.-М. Мартэн (Франция), Гао-Лианг (Китай), В. Туфар (Австрия), Ж. Франшито, Дж. Шемени, М. Секре (Франция), Р. Серл (Англия), Х. Аоки (Япония), Й. Тиде (Германия), О. Ганджи (Индия), Д. Фюттерер (Германия), А. Малахов (США), Х. Кассенс, Р. Штайн, Х. Баух (Германия) и др.

На каждой Школе обычно работали от 10 до 15 секций. К началу работы Школ издавалась обширная программа заседаний основных секций и сборники тезисов в нескольких томах.

Научные результаты нескольких Школ удалось частично опубликовать в нескольких сборниках «Гидродинамика и осадкообразование» (Ред. А.П. Лисицын и Г.И. Баренблатт), М.: Наука, 1981. 198 с.; «Геология дна океанов по данным бурения» (Ред. Н.А. Богданов и Ю.М. Пушаровский), М.: Наука, 1984. 176 с.

С началом перестройки работу Школы пришлось перенести в Москву в Институт океанологии РАН. Изменился также статус Школы: она стала называться Международной конференцией по морской геологии. В связи с безвременной кончиной К.М. Шимкуса значительная часть работ по организационным вопросам легла на плечи ученого секретаря С.А. Сафаровой.

XVI Международная Школа по морской геологии прошла в период с 14 по 18 ноября 2005 г. в Москве в Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН [2, 3]. Со всех концов России, а также ближнего и дальнего зарубежья съехалось около 270 человек, среди них представители Германии, Нидерландов, Турции, Польши, Украины. Были представлены около 75-и организаций, как научного, так промышленного направлений. В работе приняло участие 5 академиков, 4 члена-корреспондента РАН, 72 доктора наук, 117 кандидатов наук. Отрадно было видеть большое количество молодежи, аспирантов и студентов. Учеными секретарями были С.А. Сафарова и Н.В. Политова, председателем Рабочего комитета – В.П. Шевченко.

Тематика Школы охватывала почти все современные направления в области морской геологии и была представлена на 11-и секциях:

1. Морская геология Арктики.
2. Взаимодействие суши и океана в прибрежной зоне Российской Арктики (проект LOIRA).
3. Нефть и газ на дне морей и океанов.
4. Палеоокеанология, палеоэкология, биостратиграфия, перекрестная корреляция отложений.
5. Гидротермы и руды на дне океанов и морей.
6. Симпозиум им. П.Л. Безрукова «Полезные ископаемые и минералогия океанов и морей».
7. Нанотехнологии и потоки вещества и энергии (атмо-, крио-, гидро-, лито-, седиментосферы).
8. Биогеохимические процессы в морях и океане.
9. Геофизика и геоморфология дна морей и океанов.
10. Геоэкология, загрязнение Мирового океана.
11. Симпозиум им. Л.П. Зоненшайна «Тектоника литосферных плит».

Перечислить все интересные, важные для морской геологии обширные доклады, вызвавшие большой интерес участников и породившие оживленные дискуссии, в кратком сообщении не представляется возможным. Отметим лишь некоторые из пленарных докладов: «Новое в геологии морей и океанов» (академик РАН А.П. Лисицын, ИО РАН), «Глобальная геодинамика сегодня» (академик РАН В.Е. Хаин, МГУ), «Тектонические исследования Геологического Института в Мировом океане и их значение для разработки проблем глобальной тектоники» (академик РАН Ю.М. Пушаровский, ГИН РАН), «Спутниковая седиментология» (академик А.П. Лисицын, О.В. Копелевич, ИО РАН), «Барьерные зоны в океане» (Е.М. Емельянов, АО ИО РАН), «Четвертичный покров Белого моря: история изучения, литострати-

графия, палеогеография» (А.Е. Рыбалко, ФГУНПП «Севморгео»), «Изменения экосистем крупнейших водных объектов Северо-Запада России (Белого моря, Онежского и Ладожского озер) под воздействием климата и антропогенных факторов» (Н.Н. Филатов, ИВПС КарНЦ РАН), «Нефтегазогеологическое районирование арктического шельфа России» (Д.В. Лазуркин, ВНИИОкеангеология), «О седиментации на континентальных склонах в зонах влияния контурных течений» (В.Н. Лукашин, ИО РАН), «Геоэкологическое состояние Аральского моря» (П.О. Завьялов, ИО РАН) и другие.

Смежным с морской геологией проблемам были посвящены доклады директора Института океанологии члена-корреспондента РАН С.С. Лаппо о роли океана в колебаниях климата Земли и академика РАН А.С. Монины об изменениях климата в прошлом и настоящем.

В очень актуальном докладе «Катастрофические события в океане и их связь с катастрофами на континенте» Л.И. Лобковский (ИО РАН) отметил, что катастрофические землетрясения в океане с магнитудой около 9 баллов и протяженностью очага около 1000 км вызывают медленные тектонические волны в астеносфере, которые распространяются со скоростями 300–500 км в час (иногда до 1000 км). И эти тектонические волны, в свою очередь, приводят к новым сильным землетрясениям, как это произошло в Юго-восточной Азии. Катастрофическое землетрясение на Суматре 24 декабря 2004 г. вызвало сильное землетрясение в Пакистане 8 октября 2005 г.

Необходимо отметить доклад О.К. Баженовой и А.Ю. Леин (МГУ и ИО РАН), который был посвящен современному состоянию проблемы генезиса нефти, ибо в последнее время резко активизировались споры об абиогенном или биогенном происхождении углеводородов. Доклад вызвал дискуссию.

Нужно отметить, что многие доклады представлялись молодыми учеными и аспирантами и студентами, для которых подобные конференции являются «школой жизни», позволяющей окунуться в современные научные проблемы, пообщаться с корифеями, получить дельный совет для дальнейшей научной работы.

С каждым разом Школы набирают новую высоту, совершенствуется организация, ставятся новые задачи в соответствии с новыми открытиями. За 33 года своего существования Школа по Морской геологии превратилась в форум передовых научных идей. Школы дают богатые возможности для обсуждения новых идей и направлений в быстро развивающихся науках об океане, обмена научной информацией, координации научных исследований, научного сотрудничества, передачи опыта проведения научных исследований молодым специалистам, аспирантам и преподавателям вузов. И может быть – что очень важно – для личных контактов исследователей рассеянных на огромных пространствах нашей страны и за ее рубежами.

Необходимо отметить, что на аналогичных научных мероприятиях за рубежом, все чаще можно встретить наших российских геологов, геофизиков, палеонтологов и др. Их доклады также всегда вызывают пристальный интерес.

Длинный путь работы Школ продолжается. Очередная XVII Конференция (Школа) пройдет 12–16 ноября 2007 года в Москве.

1. *Лисицын А.П., Сафарова С.А.* 30 лет Школе (Конференции) по Морской геологии // Геология морей и океанов. Тезисы XVI Международной научной школы по морской геологии. Москва, 14–18 ноября 2005 г. // М.: ГЕОС, 2005. Т. 1. С. 3–11.
2. *Сафарова С.А., Шевченко В.П., Политова Н.В.* Достижения морской геологии в докладах XVI Международной конференции-школы «Геология морей и океанов» // Океанология. 2007. Т. 47. № 4. С. 637–640.
3. *Коболев В.П.* XVI Международная научная Школа по морской геологии // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2006. № 1. С. 125–134.

The First School (Conference) on Marine Geology took place in Gelendjik (the Black Sea coast of Russia) in Autumn 1974, the XVII School will be in Moscow on November 12–16, 2007. During more than 30 years these conferences give possibility to marine geologists and their colleagues to learn more about studies of the Ocean, to communicate each other and to meet with old friends and find new ones. The history of Schools (Conferences) on Marine Geology is presented in this paper.

Школы по морской геологии I–XVI (1974–2005 гг.)

№№ школ, годы	Кол-во участников	Кол-во организаций	Состав участников	Представлено городов	Всего докладов	Пленарные	Секционные	Кол-во симпозиумов	Конвинеры и ведущие ученые
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I 20-27 IV 1974	249	18	1 акад. УССР 6 чл.-корр. 24 докт. наук 74 канд. наук	31	88				
II 20-27 X 1975	200	60	4 чл.-корр. 17 докт. наук 71 канд. наук	32	100				
III 17-23 X 1978	300	34	1 акад. АН 1 акад. УССР 3 чл.-корр. 23 докт. наук 120 канд. наук	30	210	35	75	5	Лисицын, Монин, Зоненшайн, Городницкий, Хаин, Тимофеев, Герасимов, Геодекян, Карасик, Живаго, Красный
IV 21-27 IV 1980	330	35	1 акад. АН 4 чл.-корр. 54 докт. наук 150 канд. наук	29	234	40	85	6	Лисицын, Зоненшайн, Сорохтин, Тимофеев, Карасик, Пейве, Монин, Хаин, Красный, Пушаровский, Воссоевич, Коссовская, Яншин, Живаго, Гершанович
V 17-23 IV 1982	350	60	1 акад. АН 2 чл.-корр. 60 докт. наук 200 канд. наук	40	350	40	130	10	Лисицын, Монин, Тимофеев, Хаин, Яншин, Глумов, Аксенов, Меннер, Гершанович, Коссовская, Красный, Зоненшайн, Герасимов, Соколов
VI 16-22 IV 1984	450	60	1 акад. АН 2 чл.-корр. 51 докт. наук 169 канд. наук	29	360	51	157	13	Лисицын, Тимофеев, Аксенов, Коссовская, Яншин Монин, Зоненшайн, Хаин, Герасимов, Красный, Мирчинк, Глумов
VII 17-23 IV 1986	458	60	3 чл.-корр. 56 докт. наук 185 канд. наук	86 8 респ.	390	45	250	11	Лисицын, Монин, Ронов, Тимофеев, Книппер, Соловьев, Грамберг, Вахрамеев, Живаго
VIII 10-16 X 1988	250	42	3 чл.-корр. 50 докт. наук 180 канд. наук	30	146	38	46	11	Зоненшайн, Лисицын, Матишов, Живаго, Раукас, Соколов, Сорохтин, Маров

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С 1990 г. (IX школа) Международные конференции (школы) морской геологии									
IX 15-20 X 1990	270	40+8 заруб.	6 акад. АН 3 чл.-корр. 70 докт. наук 21 иностр.	25 6 респ.	190+23 заруб.	40	120	13	Лисицын, Барсуков, Богданов, Грамберг, Добрецов, Книппер, Яншин, Глумов, Красный.
X 15-19 X 1992	150 11 заруб.	40	7 акад. АН 3 чл.-корр. 28 докт. наук 95 канд. наук	31	204	42	110	12	Лисицын, Глумов, Богданов Грамберг, Книппер, Матишов, Пушаровский, Удинцев, Живаго, Зоненшайн, Афанасьев, Ястребов
XI 17-23 X 1995	500 8 заруб.	38	5 акад. АН 4 чл.-корр. 80 докт. наук 280 канд. наук	35	350	46	240	12	Лисицын, Глумов, Матишов Живаго, Соколов, Сорохтин Добрецов, Митропольский
XII 14-18 X 1997	250	30	5 акад. АН 4 чл.-корр. 70 докт. наук 120 канд. наук	32+5 заруб. гос-в		30	210	15	Лисицын, Хаин, Богданов, Живаго, Матишов, Удинцев Каплин, Пейве, Сорохтин Городницкий
XIII 22-27 XI 1999	220+18 заруб.	38+7 заруб.	5 акад. АН 4 чл.-корр. 25 докт. наук 145 канд. наук	28	255	32	174	9	Лисицын, Лаппо, Богданов, Матишов, Соколов, Пушаровский, Дмитриевский, Рундквист, Tiede J., Kassens H., Aoki H., P. Wassman Skeis M., R. Stein, D. Fuetterer
XIV 24-29 X 2001	227	39	5 акад. АН 4 чл.-корр. 25 докт. наук 160 канд. наук	27+5 заруб. гос-в	248	34	160		Лисицын, Лаппо, Грамберг, Дмитриевский, Матишов, Соколов, Богданов, Савостин, Н. Aoki
XV 17-21 XI 2003	320	37	5 акад. АН 4 чл.-корр. 27 докт. наук 150 канд. наук	29+4 заруб. гос-в	255	40	148	11	Лисицын, Дмитриевский, Хаин, Савостин, Удинцев, Бяков, Контарович, Басов, Черкашев, Н. Aoki, D. Fuetterer
XVI 14-18 XI 2005	270+8 заруб.	67+8 заруб.	5 акад. АН 4 чл.-корр. 72 докт. наук 117 канд. наук	22+5 заруб. гос-в	312	45	183	11	Лисицын, Хаин, Монин, Лаппо, Дмитриевский, Бортников, Черкашев, Лобковский

МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ АРКТИКИ

И.Г. Авенариус¹, Т.Ю. Репкина²

(¹Институт «Наследие», Москва, e-mail: heritage@mtu-net.ru, ²МГУ географический ф-т, Москва, e-mail: t-repkina@yandex.ru)

Морфоструктура и некоторые элементы морфолитодинамики Воронки Белого моря

I.G. Avenarius¹, T.Yu. Repkina²

(¹The Institute «Heritage», Moscow, ²MSU, Faculty of Geography, Moscow)

Morphostructure and some elements of morpholodynamics of the White Sea Funnel

Основные особенности рельефа Воронки Белого моря (ВБм) предопределены генеральной тенденцией к новейшему дифференцированному погружению, наличием чехла рыхлых отложений мощностью до 40 м и исключительной активностью приливно-отливных течений, с деятельностью которых связывали характер грядового рельефа ВБм. Исследования последних лет показали, что генеральные черты подводного рельефа обусловлены новейшими тектоническими движениями и лишь осложняющие их мезо- и микро-гряды сформированы приливно-отливными течениями. Неотектоническая природа крупных гряд и понижений подтверждается данными по морфоструктуре прилегающей суши, на которой подводные морфоструктурные элементы зачастую имеют прямое продолжение. Морфоструктурный анализ позволил выделить в ВБм морфоструктурные элементы разных порядков.

Восточно-Европейская морфоструктурная провинция включает 2 области. 1. *Прикольская область* подпровинции Балтийского щита характеризуется развитием структурного мелко-грядового рельефа, который тянется вдоль Кольского полуострова от устья Поноя до губы Немецкой Вилковой. В области выделяется 2 района. *Святоносско-Понойский район* (1.1) включает узкую прибрежную полосу, где развиты кристаллические породы архейского возраста. В береговой зоне преобладают процессы абразии, аккумуляция развита локально. Густая сеть линеаментов определяет очертания береговой линии. Мористая граница района – система грабенообразных понижений глубиной до 100 м. Район характеризуется мелкоблоковой новейшей структурой с повышенной дифференцированностью движений. Возле п-ова Святой Нос отмечается современная сейсмичность. *Присвятоносский район* (1.2), располагается на склоне Балтийского щита, сложенного породами позднепротерозойского возраста. Он испытал в новейшее время большее погружение, чем Святоносско-Понойский. Мощность рыхлых отложений около 30 м. Отдельные горсто- и грабенообразные морфоструктурные элементы ориентированы на северо-запад и имеют амплитуду до 20–25 м. Донные осадки – ракушечные пески.

2. *Мезенская морфоструктурная область* соответствует одноименной синеклизе Русской плиты и охватывает большую часть площади ВБм. Для

нее характерна меньшая дифференцированность новейших движений. В ориентировке морфоструктурных районов преобладают северо-западные направления, которые вблизи границы с Прикольской областью сменяются на северо-северо-западные. Это косвенно свидетельствует о левосдвиговых смещениях по данной границе. В береговой зоне чередуются абразионные (в рыхлых отложениях) и аккумулятивные участки. Песчаные донные осадки на западе существенно обогащены ракушей, а на юге – гравием и галькой. В пределах области выделяется 9 морфоструктурных районов. 2.1. *Моржовецкий район* испытывал в новейшее время относительное поднятие, средние глубины – от 5 до 20 м, мощность рыхлых отложений около 20 м. На острове Моржовец абс. высоты (25 м) приурочены к юго-западной части острова. Вокруг острова на дне преобладают процессы абразии. Ориентировка микро- и мезогряд изменяется от северо-восточной до северо-западной. 2.2. *Северо-Мезенский район* – относительно опускающийся, глубины моря – 20–30 м, мощность рыхлых отложений до 30 м. Гряды высотой до 9 м ориентированы на северо-запад. 2.3. *Район банки Средней кошки* в новейшее время испытывал относительное поднятие. Глубины меняются от 5 до 40 м (на северо-западе), мощность рыхлых отложений до 10 м, высота гряд северо-западного простирания до 19 м. 2.4. *Центральный район* – относительно опущенный. Глубины колеблются от 20 до 60 м, мощность рыхлых отложений – до 30 м, высота гряд, ориентированных на запад-северо-запад – первые метры. 2.5. *Западно-Конушинский район* в новейшее время испытывал относительное поднятие. Мощность рыхлых отложений вблизи берега ничтожна, мористее увеличивается до 20 м. В.С. Медведев отмечает наличие глинистого бенча. Ориентировка гряд – от северо-западной до субмеридиональной. У берега гряды небольшие, собраны в веерообразные «проливные дельты», мористее – обособленные, высотой до 15 м. 2.6. *Восточно-Конушинский район* также испытывал относительное поднятие, глубины – 5–10 м, мощность рыхлых отложений незначительна, у берега идет активная абразия. Мелкие грядовые формы ориентированы на северо-запад и северо-восток. 2.7. *Чижский район* – опускающийся. В отличие от предыдущих районов он имеет северо-восточную ориентировку и переходит на суше в Чижа-Чешскую линейную грабенообразную впадину, протягивающуюся по долине реки Чижа. Эта впадина лежит на продолжении Горла Белого моря и фиксирует крупный – от низовьев реки Кемь до пролива Карские Ворота – мегалинеамент. Гряды небольшие, разной ориентировки. 2.8. *Южно-Мезенский район* в новейшее время испытывал погружение, о чем свидетельствует морфология устьев рек Кулой и Мезень (типичные эстуарии). Простирание гряд – северо-западное. 2.9. *Кийский район* на крайнем северо-востоке Мезенской области характеризуется линейностью в плане и тенденцией к погружению в новейшее время. Глубины меняются от 5 до 50 м, мощность рыхлых отложений в северо-западной части района достигает 40 м. Гряды – субмеридиональные и северо-западные. Линейность района, скорее всего, связана с расположением на границе с линейной морфоструктурной Варангер-Тиманской провинцией.

Варангер-Тиманская морфоструктурная провинция сформировалась на месте одноименного коллизионного пояса. Северо-восточная часть ВБм попадает в *Канинскую морфоструктурную область* (3) провинции. Выделяются три линейно вытянутых района. 3.1. *Район кряжа Поэ* с его подводным продолжением к северо-западу от мыса Канин Нос. Кряж в новейшее время испытывал значительное дифференцированное поднятие. В пределах кряжа и на его подводном продолжении выходят коренные породы, на которых сформировались абразионные берега и структурно-грядовый бенч. Рельеф кряжа отличается четкой поперечной асимметрией с более крутым юго-западным склоном. 3.2. *Месно-Шойнинский район* по сравнению с районом Поэ испытывал погружение. Здесь развит аккумулятивный и аккумулятивно-денудационный рельеф. В береговой зоне берега размыва чередуются с участками аккумуляции. Гряды развиты на юге района до глубин 40–60 м. Глубже гряды не выражены, в донных осадках преобладают алевроиты. 3.3. *Лудловатый район* на суше характеризуется слабым поднятием, на шельфе – относительным поднятием. На суше вблизи берега и на шельфе появляются выходы коренных пород. В морфоструктуре Канинской области в плане отмечается последовательная смена элементов: 1) осевое асимметричное поднятие кряжа Поэ (аналог Тиманского кряжа в Тиманской морфоструктурной области). 2) Месно-Шойнинский прогиб (аналог Предтиманского краевого прогиба), на внешнем краю которого сформировался узкий линейный вал Лудловатого поднятия. Это свидетельствует, что в новейшее время в регионе наряду с дифференцированными вертикальными тектоническими движениями, скорее всего, имели место и незначительные горизонтальные, обусловленные региональным полем новейших напряжений сжатием, ориентированным в направлении северо-восток – юго-запад.

Морфоструктурные различия в пределах ВБм во многом (хотя, конечно, не всех деталей) определяют ход морфолитодинамических процессов на акватории, а также развитие береговой линии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 06-05-64253а.

Morphostructural analysis has allowed to pick out the morphostructural elements of different scales in the White Sea Funnel which experienced differentiated submergence during the recent time. Side by side with the vertical neotectonic movements there are indications of the weak horizontal movements. Morphostructural differences defined (although not everywhere) trend of morpholithodynamic processes within the sea and in the coastal zone.

А.С. Астахов¹, М.В. Иванов¹, К. Крэйн², В. Рудзян³

(¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, astakhov@poi.dvo.ru, ²Arctic Research Office NOAA, U.S.A., ³Tongji University, Shanghai, P.R. China)

Литохимия осадков Чукотского моря и примыкающей части Северного Ледовитого океана

A.S. Astakhov¹, M.V. Ivanov¹, Kathleen Crane², Wang Rujian³

(¹Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, ²Arctic Research Office NOAA, U.S.A., ³Tongji University, Shanghai, P.R. China)

Lithochemistry bottom sediments of Chukchi Sea and contiguous part of Arctic Ocean

Был изучен химический состав донных осадков Чукотского моря и примыкающей части Северного Ледовитого океана с последующей обработкой данных по методике литохимического анализа. При этом использовались методы статистического анализа в пакете программ STATISTICA 6.0. Изучались пробы донных осадков, полученные в экспедициях по российско-американскому проекту «RUSALCA» в 2004 и 2006 гг., в 1 и 2 Китайских Арктических экспедициях, а также в 46 рейсе НИС «Профессор Хромов» в 2002 г. (рис. 1).

Для каждой пробы по результатам Q-факторного анализа (метод главных компонент без вращения), учитывающего вариации содержаний 7 макро- и 14 микроэлементов в массиве из 73 проб получены значения новых переменных – Q-факторов, дающих более осредненную характеристику осадка, чем содержание химических элементов. В какой-то мере они заменяют литохимические модули используемые при классическом литохимическом анализе. Вариации значений первого Q-фактора определяются суммарным вкладом кремния, алюминия и железа, входящих в состав алюмосиликатов, являющихся основой терригенного вещества осадков. Из-за резкого преобладания терригенного осадконакопления в Чукотском море вклад этого фактора в изменчивость химического состава выборки является основным. Положительные значения второго фактора определяются группой элементов характерных для глинистых отложений (Al, Fe, частично, Mg, Ca), отрицательные – для обломочных (Si, Ti). Вариации значений третьего Q-фактора определяются содержанием кальция и магния, четвертого – железа, пятого – марганца.

Для группирования проб по химическому составу был выполнен Q-кластерный анализ (метод Уарда с оценкой общности по евклидовому расстоянию). Были выделены 6 кластеров осадков, различия между которыми определяется составом отложений, в первую очередь, их гранулометрией, отражающей соотношение в осадках глинистой и обломочной составляющих.

Песчаные и алевроитовые обломочные осадки прибрежной части моря и банки Геральд попали в 3 кластер с максимальным содержанием кремния (за счет обломочного кварца) и минимальными – всех остальных макроэлементов. Типичные глинистые пелиты, распространенные в Канадской котловине и на материковом склоне относятся к 5 кластеру. Осадки со смешанным гранулометрическим составом и тонкозернистые осадки с повышенным содержанием биогенного кремнезема (остатки диатомей) распределены по 1 и 2 кластерам.

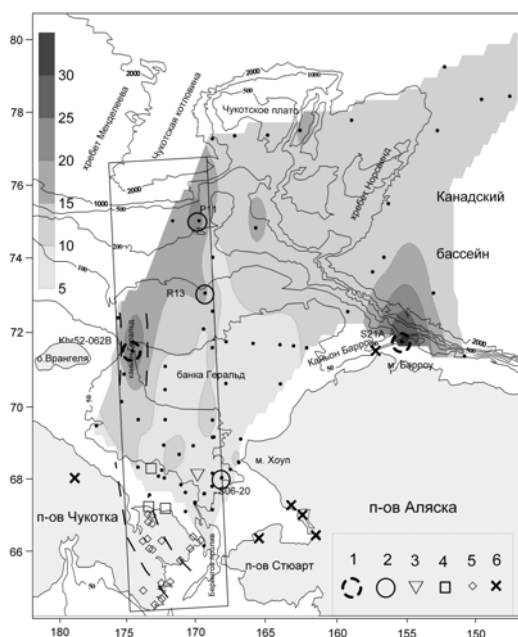


Рис. 1. Значения литохимического модуля $(Fe+Mn)/Ti$ для поверхностных донных осадков Чукотского моря и примыкающей части Северного Ледовитого океана, станции отбора проб донных осадков и некоторые элементы геодинамической обстановки.

Двойная штриховая линия – неотектоническая структура «Чукотский грабен». Прямоугольником выделена зона, где по литохимическим и геологическим данным предполагается наиболее высокая геодинамическая активность.

1–2 – местоположение станций отбора проб и их номера: 1 – металлоносные осадки кластера 4, 2 – «аномальные» пробы; 3 – район с аномально высоким содержанием метана в осадках; 4 – местоположение эпицентров землетрясений в Чукотском море с амплитудой более 6,0; 5 – гидротермальные источники Восточной Чукотки; 6 – действующие сейсмические станции.

Помимо указанных кластеров исключительно терригенных и кремнисто-терригенных осадков выделяются еще два кластера и отдельные «аномальные» пробы. Осадки кластера 6 Чукотского плато и хребта Норсвинд содержат карбонатные остатки бентосных фораминифер, что проявляется в обогащении их кальцием и магнием и в повышенных значениях третьего Q-фактора. Пробы кластера 4 представлены металлоносными осадками с высоким содержанием железа. Они распространены в тектонически активных зонах каньонов Геральд и Барроу, где, на поверхности дна широко распространены железомарганцевые конкреции и, вероятно, существуют специфические гидрохимические условия благоприятные для осаждения железа из морских вод. В «аномальной» пробе P11 отмечено максимальное содержание марганца, и, соответственно, максимальные значения пятого Q-фактора.

Проба R13 с внешнего шельфа Чукотского моря резко отличается от других шельфовых проб высоким содержанием алюминия и повышенным – железа и марганца. Проба S06-20 с шельфа южной части Чукотского моря отличается высоким содержанием кальция и стронция, что обычно свидетельствует об обогащении осадков карбонатами. Можно предполагать, что повышенное содержание кальция и стронция здесь связано с формированием аутигенного кальцита в процессе микробиального окисления метана.

Особенности химического состава и аутигенной минерализации аномальных проб обычно характерны для отложений сформированных в условиях повышенной геодинамической активности с поступления эндогенных флюидов в придонные воды. Их влияние может сказываться как в прямом привносе вещества в донные осадки и придонные воды гидротермами (Fe, Mn, Hg) или холодными вентами (метан, углекислый газ), так и в изменении физико-химических условий придонных вод, в результате чего также возникают аномальным условия осадконакопления. Учитывая наличие многочисленных гидротермальных источников в сухопутной части Чукотского грабена (рис. 1) можно предполагать, что такие процессы имеют место на его морском продолжении в каньоне Геральд, а также в каньоне Барроу, с подобными геологическими условиями и повышенной сейсмичностью.

При обобщении полученных данных и имеющейся геолого-геофизической информации в западной части Чукотского моря можно выделить субмеридиональную зону (рис. 1), частично выраженную в рельефе (Чукотская котловина, Чукотской грабен, Берингов пролив) с литохимическими и геологическими признаками современной геологической активности: обогащение осадков железом, марганцем, и некоторыми микроэлементами, не согласующееся с моделью терригенного и биогенного осадконакопления; формирование железомарганцевых конкреций и корок; многочисленные гидротермальные источники и повышенная сейсмичность в изученной сухопутной части зоны; аномалия метана в донных осадках.

Работа выполнялась при финансовой поддержке ДВО РАН (гранты 06-III-A-07-249; 06-05-96129).

The chemical composition of bottom sediments of Chukchi Sea and adjacent Arctic Basin were investigated. The data were interpreted by methods of multivariate statistics. Some sediment clusters and anomalous samples not corrected to model of terrigenous and biogenic sedimentation were revealed. The geochemical and geological data are sign of recent geological activity in western part of Chukchi Sea.

Е.А. Баженова¹, Б.Г. Ванштейн², М.В. Дмитриева²

(¹Санкт-Петербургский Гос. Университет, e-mail EvgeniaBazhenova@rambler.ru,

²ВНИИОкеангеология, г. Санкт-Петербург, e-mail van@vniio.nw.ru)

Геохимические особенности залежей пластового льда как индикатор их образования (на примере прибрежной зоны Карского моря)

E.A. Bazhenova¹, B.G. Vanstein², M.V. Dmitrieva²

(¹St.-Petersburg State University, e-mail EvgeniaBazhenova@rambler.ru,

²VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, e-mail van@vniio.nw.ru)

Cryogeochemistry of the tabular ground ice at the Kara Sea coast as indicator of its formation

В настоящее время существенное внимание мировым сообществом ученых уделяется динамике арктических побережий в связи с глобальными, в частности, климатическими изменениями. Рассматриваются два аспекта данной проблемы: разрушение берегов, сложенных многолетними мерзлыми породами и, как следствие, дополнительное поступление терригенного материала на арктический шельф, и второй аспект, связанный с геохимическими деструктивными процессами, проходящими в прибрежной зоне. Огромное значение для палеоклиматических реконструкций имеет изучение залежей пластового льда, обнажающихся в настоящее время в рыхлых отложениях берегов. Эти залежи на сегодняшний день представляют собой уникальную исчезающую природную лабораторию по исследованию геокриологических процессов в прошлом.

На формирование геохимических особенностей криолитозоны оказывают влияние гипергенные процессы миграции и концентрации химических элементов (Питулько, 1877; Кокин, 1985; Макаров, 1985, 1998; Романов, 1989; Константинов, 1990; Алексеев, Пиннекер, 2000). В частности, при образовании залежей пластового льда за счет грунтовых вод их состав, в первую очередь, унаследует петрохимические и геохимические особенности вмещающих пород. В то же время залежи пластового льда, образовавшиеся вследствие захоронения морского льда или за счет атмосферных осадков, отражают солевой состав морской воды и атмосферных осадков и, как правило, резко недосыщены микроэлементами. Как показали экспериментальные исследования, макрокомпонентный состав пластовых льдов контролируется физико-химическими параметрами среды образования, в частности, температурой кристаллизации льда. Снижение температуры приводит к увеличению объема замерзшей воды с соответствующим ростом солёности, в основном за счет увеличения анионной компоненты. Этот фактор имеет локальное значение и характеризует температуру кристаллизации льда на определенном участке.

В настоящей работе приведены результаты аналитического исследования химического состава расплавов ископаемых льдов с целью выяснения генезиса залежей пластового льда побережья Карского моря: береговая зона Югорского полуострова (район урочища Шпиндлер, в двух километрах к западу от устья реки Хубтьяха) и береговая зона Усть-Енисейского района (между мысом Сопочная Карга и Диксоном). Дополнительно исследовался гранулометрический и катионно-анионный состав вмещающих рыхлых отложений. Для решения генетических аспектов и условий формирования залежей пластового льда привлекались опубликованные данные по макро- и микрокомпонентному составу атмосферных осадков, грунтовых, речных и морских вод.

Основные результаты комплексного исследования расплавов льда показали, что:

1. Расплавы льда урочища Шпиндлер (Югорский полуостров) характеризуются магниево-кальциевым сульфатно-гидрокарбонатным составом, что характерно для грунтовых вод (Макаров, 1998). Аналогичная тенденция отмечается для образования ледовых комплексов в Усть-Енисейском районе (особенно для участка Матренин Лог). Однако, в образовании ледового комплекса Иннокентьевского участка (устье реки Крестьянки) отмечается существенная роль морской воды, о чем свидетельствует натровый гидрокарбонатно-хлоридный состав расплавов льда.

2. Как показывают анионные соотношения $\text{SO}_4\text{-Cl-Br}$, указывающих на относительную величину температуры промерзания влаги (Пигузова, 1999), температура кристаллизации льда для разных участков варьирует. Для Усть-Енисейского района промерзание происходило при более низких температурах, чем для Югорского полуострова.

3. В региональном масштабе, микроэлементный состав расплавов льда отражает геохимическую специализацию пород, по которым циркулируют грунтовые воды. Для пластовых льдов урочища Шпиндлер, образовавшихся, предположительно, в процессе фильтрации грунтовых вод, отмечается повышенное содержание литофильных элементов (циркония, рубидия, иттрия), а для участка Матренин Лог – халькофильных элементов (цинком, медью, никелем), что отражает петрохимический фон этих районов.

4. В распределении РЗЭ в расплавах льда по данным ИСП-МС анализа наблюдается преобладанием тяжелых РЗЭ над легкими, что характерно для природных водных систем.

5. Для отложений термоцирка урочища Шпиндлер (Югорский полуостров) вниз по разрезу суммарные концентрации РЗЭ в расплавах льда увеличиваются, при этом сумма РЗЭ в расплавах льда повышена относительно морской воды и, в нижних ледовых горизонтах, относительно речной воды. Аналогичная тенденция наблюдается также в распределении РЗЭ в разрезе ледовых отложений Матренин Лог (Усть-Енисейский район).

6. Наличие выраженной положительной европиевой аномалии в расплавах льда урочища Шпиндлер и Матреного Лога подтверждает отсутствие взаимодействия с атмосферой влаги, послужившей источником образования льда.

7. В распределении РЗЭ в расплавах льда района устья реки Крестьянка и Иннокентьевского (Усть-Енисейский район) также отмечается обогащение тяжелыми РЗЭ относительно легких, однако, не наблюдается выраженной положительной европиевой аномалии. Суммарные концентрации РЗЭ в расплавах льда повышены относительно морской воды и понижены относительно речной воды.

Полученные данные по распределению РЗЭ и особенности солевого состава расплавов льда урочища Шпиндлера и Матреного Лога свидетельствуют, очевидно, о формировании ледового комплекса при участии морской и атмосферной влаги (для верхних ледовых горизонтов) и грунтовых вод, фильтровавшихся через вмещающие рыхлые отложения. В то же время ледовый комплекс устья реки Крестьянка и Иннокентьевского участка формировался, по-видимому, при участии морской влаги, возможно за счет более длительного взаимодействия атмосферными осадками. Для расплавов льда отмечаются также повышенные относительно урочища Матренин Лог содержания брома, что подтверждает участие морской влаги в образовании льда. Таким образом, распределение РЗЭ в расплавах льда зависит от физико-химических параметров среды.

Полученные результаты подтверждают наличие криогеохимических полей, отражающих особенности условий образования залежей пластовых льдов:

Исследования проведены при поддержке Лаборатории полярных и морских исследований им. Отто Шмидта по гранту, представленном в проекте OSL-06-27 от 29.05.2006.

In this research geochemical characteristics of the tabular ground ice melts were investigated in order to provide some data on the origin of the ice-bearing complexes at the Kara Sea coast. Field researches were carried out at two key sites: Yugorsky Peninsula and the Enisei Gulf district. In addition, grain-size analysis and analysis of cation and anion compositions of aqueous extracts for the host sediments were performed. We also used the published data on the macro- and micro-components compositions of the atmospheric, river, marine and ground water.

Д.Г. Борисов¹, В.В. Крупская²

(¹Российский Государственный Геологоразведочный Университет, Москва, despotum@rambler.ru; ²Институт геологии рудных месторождений, Петрографии, Минералогии и геохимии Российской Академии Наук, Москва)

**Обработка данных рентгенографических исследований
глинистых минералов морских осадков при помощи
программы SediClay**

D.G. Borisov¹, V.V. Krupskaya²

(¹Russian State Geological Prospecting University, Moscow; ²Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Science, Moscow)

**Estimation of clay minerals distribution in marine sediments
using SediClay software**

Глинистые минералы в морских осадках несут в себе важную информацию об источниках сноса и особенностях среды осадконакопления. Поэтому изучение их количественных соотношений в осадках является одной из важных задач современной геологии. Получение необходимой информации проводится в пять этапов: 1 – выделение пелитовой фракции; 2 – анализ ориентированных препаратов в воздушно-сухом и насыщенном этиленгликолем состояниях; 3 – обработка рентгеновских спектров в специализированном пакете программ MacDiff; 4 – обработка полученных данных по методике, принятой в морской геологии [1]; 5 – построение графиков распределения глинистых минералов и их количественных отношений. С целью сокращения времени на выполнение этапов 4 и 5 и стандартизации обработки данных, был разработан программный продукт SediClay, который представляет собой дополненную макросами (VBA) рабочую книгу Excel.

Работа с **SediClay** проходит в два этапа: полуавтоматический и автоматический. Полуавтоматический этап включает в себя конвертирование файлов с данными в текстовый формат с использованием встроенного макроса-конвертера. Эти данные получены при изучении образцов пород, содержащих глинистые минералы с помощью рентгеновского дифрактометра. Конечный продукт конвертирования состоит из файлов в txt – формате, которые подготовлены к дальнейшей обработке в MacDiff. После чего создается один текстовый файл, который содержит таблицу площадей рефлексов основных глинистых минералов, участвующих в расчетах по данной методике (смектит, иллит, каолинит и хлорит). Далее из полученной таблицы производится выборка необходимых для дальнейших расчетов данных, с последующим занесением их в сводную таблицу.

Автоматический этап состоит из расчета соотношений глинистых минералов и построения графиков распределений глинистых минералов по разрезу.

Конечными результатами работы являются таблица содержаний и соотношений глинистых минералов (сметит, иллит, каолинит, хлорит) и диаграммы распределений, пригодные для копирования в другой файл и печати.

Таким образом, благодаря применению программного продукта SediClay для изучения глинистых минералов с хребта Ломоносова (проект ACEX-IODP) были решены задачи усовершенствования, стандартизации и автоматизации получения и обработки данных по расчету количественных соотношений глинистых минералов, а также было достигнуто значительное сокращение временных затрат на получение предварительных результатов.

Работа выполнена при поддержке Фонда Академических Обменов Германии (ДААД) и Гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых (МК-8651.2006.5)

1. *Biscaye P.E.* Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans // Geological Society of America Bulletin. 1965. V. 73. № 7. P. 803-831.

On the base of investigation of clay minerals assemblages from Lomonosov Ridge sediments taken during the IODP-ACEX project new software "SediClay" has been developed. The main goal of this product is to calculate ratios of main group of clay minerals from marine sediments (illite, kaolinite, chlorite and smectite). Data for the program is obtained using the XRD-method. SediClay allows to work with XRD-data at automatic mode, so saving time for preliminary estimation of clay minerals distribution along the core.

Н.В. Бубенщикова¹, Д. Нюрнберг², С.А. Горбаренко³

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail:

bubench@sio.rssi.ru, ²Институт морских исследований им. Лейбница, Киль, Германия, ³Дальневосточный океанологический институт им В.И. Ильичева, ДВО РАН, Владивосток)

Изменения палеопродуктивности и зоны кислородного минимума Охотского моря за последние 50 тысяч лет по бентосным фораминиферам и биогеохимическим данным
N.V. Bubenshchikova¹, D. Nürnberg², S.A. Gorbarenko³

(¹P.P. Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow, ²Leibniz Institute for Marine Sciences, Kiel, Germany, ³V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, RAS, Vladivostok, Russia)

Variations of the paleoproductivity and oxygen minimum zone of the Okhotsk Sea over the last 50 kyr as indicated by benthic foraminiferal and biogeochemical data

В современном Охотском море сочетание высокой сезонной поверхностной продуктивности и умеренно высокой продукции насыщенной кислородом Охотоморской промежуточной водной массы (ОПВМ: ~200–800 м) приводит к развитию зоны кислородного минимума (ЗКМ) в интервале глубин от ~800 до 1500 м с содержанием растворенного кислорода 0,3–1,5 мл/л. Изменения ЗКМ Охотского моря в течение межледниковий и оледенений позднечетвертичного периода остаются слабо изучены. Вариации ЗКМ Охотского моря наряду с изменениями темпов продукции ОПВМ в прошлом могли оказывать влияние на вентиляцию промежуточных глубин северной части Тихого океана, изменения ЗКМ вдоль континентального склона Северной Америки и на палеоклимат.

Изучены комплексы бентосных фораминифер и биогеохимический состав осадков (общий органический углерод, биогенные карбонат кальция и опал) в колонках LV28-2-4 и LV28-40-5 с юго-восточного континентального склона Сахалина и в колонке LV28-43-5 с юго-западного склона Камчатки. Колонки получены в ходе 28-го рейса НИС “Академик М.А. Лаврентьев” в Охотском море в 1998 году в рамках российско-германского проекта “КОМЕХ”. Колонки располагаются в пределах ЗКМ в интервале глубин от 839 до 1370 м с содержанием кислорода 1–1,3 мл л⁻¹ в придонной воде. По данным магнитной восприимчивости, изотопно-кислородной стратиграфии и радиоуглеродного датирования возраст осадков соответствует морским изотопно-кислородным стадиям (ИКС) 1-3 в колонках LV28-2-4 и LV28-43-5 и ИКС 1-4 в колонке LV28-40-5.

Мы сравнили вариации палеопродуктивности по данным факторного анализа комплексов бентосных фораминифер, общей численности бентос-

ных фораминифер, а также по данным биогеохимического состава осадков трех колонок за последние 50 тысяч лет. Для реконструкций содержаний растворенного кислорода в придонной воде Охотского моря в прошлом все бентосные фораминиферы, обнаруженные в колонках, были сгруппированы в три группы: оксидную (3–1,5 мл/л), субоксидную (1,5–0,3 мл/л) и дизоксидную (0,3–0,1 мл/л) в соответствии с методикой Кайо [1] и микросредами обитания глубоководных бентосных фораминифер Охотского моря. Анализ изменений содержаний этих групп в исследуемых колонках позволил сделать вывод о вариациях продукции ОПВМ и ЗКМ в Охотском море за последние 50 тысяч лет (ИКС 1-3).

Комплексы бентосных фораминифер и изменения содержаний органического углерода и карбоната кальция в осадках изученных колонок указывают на низкую палеопродуктивность в течение ИКС 2-4, на два пика палеопродуктивности в течение последней дегляциации (Терминации 1а и 1б), разделенных минимумом, связанным с похолоданием Молодой Дриас, а также на относительно высокую продуктивность в Голоцене. В целом, абсолютные содержания органического углерода и карбоната в осадках в течение последних 50 тысяч лет более низкие в колонках LV28-2-4 и LV28-40-5, чем в колонке LV28-43-5. Это связано с более продолжительным сезонным ледниковым покровом и меньшей морской продуктивностью на Сахалинском склоне, чем на склоне Камчатки, существовавшими в это время. В Охотском море высокая морская продуктивность в течение Терминации 1а и 1б ассоциируется с развитием карбонатного планктона (кокколитофорида и планктонные фораминиферы), в то время как в Голоцене – с преимущественным развитием кремниего планктона (диатомей и радиолярий) [2]. Этот вывод хорошо согласуется с биогеохимическими данными состава осадков колонок LV28-2-4 и LV28-40-5 со склона Сахалина. По содержанию карбоната кальция в осадках колонки LV28-43-5 очевидно, что в Голоцене на юго-западном склоне Камчатки продуктивность карбонатного планктона была так же высока, как и в Терминации 1.

Установлено близкое распределение групп видов бентосных фораминифер индикаторов кислорода в придонной воде в трех изученных колонках. Виды-индикаторы субоксидных условий доминируют в ИКС 3 и Голоцене, что, вероятно, свидетельствует о ЗКМ близкой существующей в современном Охотском море. Увеличение содержаний оксидной группы видов (*Cibicides*) обнаружено в ИКС 2, что интерпретируется как ослабление ЗКМ вследствие увеличения продолжительности ледникового покрова, усиления продукции ОПВМ и уменьшения морской продуктивности в это время. Было установлено двухступенчатое увеличение дизоксидной группы (*Bolivina spissa*) в течение Терминации 1а и 1б. Эти фаунистические изменения ассоциируются с максимальным развитием ЗКМ в Охотском море в эти периоды, которое вероятно контролировалось 1) высокими скоростями потребле-

ния кислорода в придонной воде из-за распада органики в осадках в результате высокой морской продуктивности и поступления терригенного органического вещества с погруженных шельфов; 2) уменьшением темпов продукции сезонного морского льда и вентиляции ОПВМ.

1. *Kaiho, K.* Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved oxygen levels in the modern ocean // *Geology*. 1994. V. 22. P. 719–722.

2. *Seki, O., Kawamura, K., Nakatsuka, T., Ohnishi, K., Ikehara, M., Wakatsuchi, M.* Sediment core profiles of long-chain n-alkenes in the Sea of Okhotsk: Enhanced transport of terrestrial organic matter from the last deglaciation to the early Holocene // *Geophysical Research Letters*. 2003. V. 30. T. 1. 1001 doi:10.1029/2001GL014464.

Benthic foraminiferal and biogeochemical data (total organic carbon, biogenic calcium carbonate and opal) in three sediment cores were analyzed to reconstruct variations of paleoproductivity, production of the oxygenated Okhotsk Sea Intermediate Water (OSIW) and oxygen minimum zone (OMZ) over the last 50 kyr in the Okhotsk Sea. The OMZ was weakening during the Marine Isotope Stage (MIS) 2 due to maximal development of the sea ice cover, lowering of marine productivity and increased production of the OSIW as indicated by an increase of oxic benthic foraminifera (the *Cibicidoides* group). The gradual increases of Dysoxic (*Bolivina spissa*) species during the Termination Ia and Ib show a two-step-like strengthening of OMZ, which is a result of sea ice cover retreat, enhanced marine productivity and reduced OSIW formation. During the MIS3 and Holocene benthic foraminifera of Suboxic group points to the development of OMZ similar to one existed in the modern Okhotsk Sea.

С.В. Булдаков

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: injbuldakov@mail.ru)

**Инженерно-геологические исследования донных осадков,
развитых на шельфе Кольского полуострова Баренцева мо-
ря**

S.V. Buldakov

(VNIIOkeangeologya, St.Petersburg)

**Engineering-geological researches of the ground deposits
developed on a shelf of Kola Peninsula of the Barents Sea**

На шельфе Кольского полуострова Баренцева моря, на глубинах от 150 до 250 м. были опробованы донные осадки грунтовыми трубками на глубину до 4,0 м. Рельеф шельфа представляет собой слабо наклонную в сторону моря и слегка всхолмленную равнину.

Осадки представлены морскими грунтами, для которых был произведён полный комплекс определения их инженерно-геологических свойств. Отложения детально изучены вниз по разрезу, разделение слоёв производилось на основании литологического описания, а также определённых физико-механических свойств и определения возраста осадков.

Вскрытые отложения повсеместно представлены: илом супесчаным, илом глинистым и суглинком.

– ил супесчаный (mQIV), серо-зелёного цвета, неоднородный, жидкотекучий, с высоким количеством песчаной фракции, содержание которой увеличивается вниз по разрезу. С литологических позиций ил представляет собой миктиты песчано- (25–39,9%) алеврито- (25–36,3) глинистые (25–39,9). Ил супесчаный распространён от 0 до 1,5 м от поверхности морского дна, мощность до 1,5 м. Он характеризуется следующими физико-механическими свойствами: природная влажность от 29 до 45,9 %, плотность 1,8–1,92 г/см³, удельное сопротивление пенетрации 18,8–32,8 кПа, угол внутреннего трения 4,5–11,9°, сцепление 1,6–2,0 кПа. Закономерности пространственной изменчивости свойств не установлено.

– ил глинистый (mQIV) серо-коричневый, однородный, жидкотекучий, с включением линз и гнёзд песка, с включениями годротроилита. С литологических позиций ил представляет собой глины алевритовые. Ил глинистый (распространён от 1,5 до 3,5 м от поверхности морского дна, мощность до 2,0 м) характеризуется следующими физико-механическими свойствами: природная влажность от 58,2 до 72,4 %, плотность 1,56–1,71 г/см³, удельное сопротивление пенетрации 4,8–12,2 кПа, угол внутреннего трения 0–9,1°, сцепление 1,0–5,0 кПа. Закономерности пространственной изменчивости свойств не установлено.

– суглинок (gmQIII-IV) коричневый, однородный, от текучего до мягко-пластичного, с высоким содержанием гравия и гальки, также на границе со слоем 2 наблюдаются гальки до 5 см в диаметре, содержание гравия и гальки увеличивается вниз по разрезу. Цвет ила, по разрезу, может меняться на тёмно-серый. Суглинок (распространён от 0,1 до 3,9 м от поверхности морского дна) характеризуется следующими физико-механическими свойствами: природная влажность от 37,6 до 61,5 % в верхней части (глубины 1,5–2,0 м вниз по разрезу), в нижней части – 29,6–52,1% (глубины 2,8–3,6 м вниз по разрезу); плотность 1,78–2,07 г/см³ в верхней части, 1,81–2,14 г/см³ в нижней части; удельное сопротивление пенетрации 12,3–36,3 кПа в верхней части, удельное сопротивление пенетрации 10,9–61,2 кПа в нижней части; угол внутреннего трения 4,6–9,7° в верхней части, угол внутреннего трения 5,5–20,3° в нижней части; сцепление 2,0–13,0 кПа в верхней части, сцепление 5,0–9,6 кПа. Вниз по разрезу увеличивается плотность грунта со средним градиентом 0,03 г/см³/м, с градиентом 8,5 % на метр уменьшается влажность, удельное сопротивление пенетрации увеличивается с градиентом 15,5 кПа/м.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что голоценовые отложения отличаются от позднеплейстоценовых низкими прочностными характеристиками и эти осадки находятся на стадии диагенеза, формировались в морских условиях. Отложения ниже голоценовых по разрезу представлены верхней частью позднеплейстоценовых, они более прочные, существенно отличаются по литологии, и представляют собой отложения, сформировавшиеся в ледово-морских условиях.

В целом, на основании инженерно-геологического изучения выявлено, что голоценовые осадки имеют слабые прочностные характеристики, высокую влажность и низкую плотность, а осадки позднеплейстоценового возраста характеризуются более высокими плотностными и прочностными характеристиками и низкой влажностью. Отложения голоцена представлены глинистыми и супесчаными илами, а верхнеплейстоценовые отложения сложены суглинками. Проведённые детальные и комплексные исследования инженерно-геологических свойств плейстоцен-голоценовых отложений, развитых на шельфе Кольского п-ова позволили установить генезис осадков (ледово-морской – для верхнеплейстоценовых и морской – для голоценовых осадков). Проведенная работа по определению различных аналитических характеристик инженерно-геологических свойств донных грунтов шельфа Кольского полуострова важно при активно развивающемся интенсивном освоении Арктического шельфа, прежде всего, в связи с началом освоения шельфовых нефтегазоносных областей.

Studying of physic – mechanical properties of ground deposits Holocene (QIV) and Upper Pleistocene (QIII) age of a shelf of Kola peninsula, selected on

three platforms, the area 25 km² everyone, from depths from 175 up to 225 m has shown, that deposits Holocene age have weak прочностные characteristics, high humidity and low density, and deposits Upper Pleistocene age higher have density and прочностные characteristics, low humidity. Holocene deposits are presented clay and sandy silt, and Upper Pleistocene are combined by loams.

С.В. Булдаков, В.А. Кошелева, Г.А. Черкашёв

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: vkosheleva@bk.ru)

Особенности вещественного состава неоплейстоцен-голоценовых осадков, развитых на шельфе Кольского полуострова Баренцева моря

S.V. Buldakov, V.A. Kosheleva, G.A. Cherkashov

(VNIIOkeangeologya, St. Petersburg, e-mail: vkosheleva@bk.ru)

Features of the material composition of Pleistocene – Holocene sediments, development on the shelf of the Kolskyi peninsula

На шельфе Кольского полуострова Баренцева моря, на расстоянии 150–250 м от берега, были опробованы донные осадки грунтовыми трубками, пройденными на глубину до 4,0 м. Рельеф шельфа представляет собой слабо наклонную в сторону моря и слегка всхолмленную поверхность.

Гранулометрический состав осадков показал, что поверхностные осадки повсеместно представлены песчано- (25–48,8%) алеврито- (25–36,3%) глинистыми (25–39,9%) миктитами. Осадкам свойственен бимодальный или по-лимодальный характер распределения гранулометрического состава, с пиками в мелко псаммитовой (0,25–0,1 мм), мелкоалевритовой (0,05–0,01 мм) или в глинистой (<0,002 мм) фракциях. Преимущественно мелкоалевритовая размерность зернистой составляющей осадков обусловлена тем, что данный материал, по-видимому, был неоднократно перемыт и переотложен. Вероятно, его источником являлись докайнозойские (возможно и архейско-протерозойские) породы, слагающие скандинавскую плиту и, отчасти, фундамент осадочного бассейна. В осадках фиксируется значительное количество мелко псаммитовой фракции, наряду с гравийно-галечным материалом. Источником песчано-гравийно-галечного материала, вероятно, является ледовый разнос, речной снос и абразия берегов. На поверхности шельфа и в толще вскрытых отложений иногда встречаются линзы глин или алевритовых глин. Поверхностные осадки иногда подстилаются глинами (50–71,5%) алевритовыми (25–32,4%). Отмечается закономерное увеличе-

ние вниз по разрезу в осадках глинистого материала, за счёт уменьшения в них псаммитового и алевроитового. На отдельных возвышенных участках, развиты пески (50–73%) глинистые (25–34,1%), со значительным содержанием алевроитового материала (20–25%). Кроме того, в толще отложений, вскрытых грунтовыми трубками, фиксируются линзы песков и глин. В целом, на шельфе развиты псаммито-алеврито-глинистые миктиты. Отличия в их процентных соотношениях, как правило, контролируются особенностями рельефа дна.

Петрографическая характеристика осадков Кольского шельфа дана на основании их изучения под микроскопом. Было выявлено, что осадки обладают псаммито-алевро-пелитовой, или алевро-пелитовой аллотриоморфной структурой, беспорядочной текстурой. Основная масса, на которую приходится до 35–75% породы, представлена чешуйками глинистых и слюдистых минералов с рассеянными мельчайшими зёрнышками кварца, полевых шпатов и пирита, образующего иногда скопления вокруг органических или минеральных форм и по ним. Отмечаются плёнки и сгустки чёрного органического вещества. Изредка встречаются землистые рыжевато-коричневатые массы гидроксидов железа и лимонит-гематитовые псевдоморфозы по биогенным и минеральным формам.

Изучение минерального состава зернистой составляющей (крупноалевритовой фракции) вскрытых отложений было проведено с помощью иммерсионного и шлихового методов. Разделение навески проводилось бромформом. После отфильтровывания тяжёлой жидкости, тяжёлая и лёгкая фракции промывались спиртом и высушивались. Затем образцы изучались под микроскопом.

Терригенный зернистый материал представлен кварцем (~60–80%), полевыми шпатами (10–30%), акцессорными и аутигенными минералами, а также обломками пород. Кварцевые зёрна в осадках повсеместно представлены угловатыми, неправильными и плохо окатанными зёрнами алевроитовой размерности, со следами интенсивной коррозии, деформации и регенерации. В осадках присутствуют редкие зёрна кварца псаммитовой размерности – свежие, хорошо сохранившиеся, угловатые и полуокатанные. В зёрнах кварца фиксируются изометричные и игольчатые включения, обусловленные содержанием в них кристаллов рутила, апатита, циркона, а также пузырьков газов и жидкостей. Кварц представлен прозрачными, бесцветными, а также молочно-белыми зёрнами, что указывает на их различные источники. Иногда зёрна кварца несут на себе штриховку, субнормальную или параллельную длинным осям зёрен, вызванную, по-видимому, ледниковым прессингом. На отдельных зёрнах видна однонаправленная трещиноватость, нормальная или наклонная к длинной оси зерна. По-видимому, часть псаммитовых зёрен кварца в осадок поступила с ледовым разномом. В осадках присутствуют обломки кварцита, лучистые зёрна квар-

цина, «капельки» опала и микростяжения кремней, а также кремнисто-кварцевые агрегаты. Полевые шпаты – неправильные, угловатые и таблитчатые зёрна алевритовой, изредка – псаммитовой размерности. Алевритовые зёрна полевых шпатов, как правило, со следами выщелачивания и замещения глинисто-слюдистым материалом. Иногда зёрна полевых шпатов нацело замещены глинисто-слюдистым материалом, альбитизированны или серицитизированны. По полевым шпатам развиты лейсты гидрослюд. Отмечаются зёрна кислых плагиоклазов № 12-20 и микроклина. Зёрна полевых шпатов находятся в рубашке из каолинита.

В отложениях обнаруживаются известковые пелитоморфные агрегаты карбонатов, биогенный известковый раковинный детрит и раковинки фораминифер, часто замещённые глинисто-слюдистым материалом. В осадках присутствуют единичные зёрна агрегатного глауконита.

Смешанные псаммито-алеврито-глинистые отложения, по всему интервалу опробования (0–4,0 м) часто содержат обломочки пород, размерностью более 1,0 мм. В осадках также отмечаются окатыши плотных глин и аргиллитов.

В целом, минеральный состав неоплейстоцен-голоценовых отложений, имеет однотипный состав с полным набором породообразующих и акцессорных минералов. Отмечаются лишь незначительные количественные различия в содержании минералов. По породообразующим минералам, отложения имеют слюдисто- (до 20%) полевошпат- (<30%) кварцевый (~50–70%) состав. В лёгкой фракции присутствуют также выветрелые обломочки пород, слюды, округлые агрегаты глауконита, чёрные углистые частицы, нодулы гидроксидов железа и глинисто-слюдистые агрегаты.

Процентное содержание минералов тяжёлой фракции во вскрытых отложениях – менее 2,0%. Основными минералами тяжёлой фракции являются чёрные рудные минералы, гранаты, реже – титанистые минералы, содержания их изменяются от единиц до десятков процентов. Минералы – индикаторы, во вскрытой толще осадков представлены пироксенами, цирконом, шпинелью, апатитом, стрессовыми минералами (ставролитом, силлиманитом, кианитом) и турмалином. Повсеместно в осадках присутствуют минералы группы эпидот-цоизита, пироксены моноклинные, циркон, апатит, турмалин, сфен и слюды в количестве первых процентов или – долей процента. Эпизодически отмечаются зёрна эгирина, ортита, монацита, хлоритоидов, шпинели, оливина и андалузита. Также эпизодически в осадках фиксируются редкие или единичные аутигенные минералы: пирит, марказит, сидерит, гидроксиды железа, железисто-карбонатные агрегаты, глауконит и карбонаты. По глинистым минералам отложения имеют преимущественно хлоритово-гидрослюдистый состав. Иногда в них фиксируется заметное количество (до 5–10%) монтмориллонита и каолинита. Вскрытые отложения характеризуются разнообразной микрофауной довольно хорошей сохранности. В осадках

хранности. В осадках присутствуют фораминиферы *Globigerina pachyderma*, *Cassidulinina obtusa*, *Epistominella nipponica*, *Retroelphidium clavatum*, *Criboellphidium subarcticum*, *Elphidium clavatum*. Фораминиферы относятся к шельфовым видам Арктического комплекса. Осадки, из этих же отложений, характеризуются однотипными четвертичными спорово-пыльцевыми комплексами, в которых преобладает пыльца древесных пород над пыльцой травянистых и спорами мхов. В составе древесных преобладают *Betula* и *Alnus*, за счёт уменьшения пыльцы *Pinus*. Все виды являются «проходными», то есть одинаково фиксирующимися, как в голоценовых, так и в неоплейстоценовых отложениях. В целом, аналитические результаты позволяют сказать, что изученные отложения представлены голоценовыми морскими осадками и, иногда, в основании разрезов (3,5–4,0 м) – поздннеоплейстоценовыми морскими отложениями.

Work is devoted to studying of the material composition of the deposits developed on a shelf of Kola peninsula of the Barents Sea. Are studied: grain analyses and mineral composition (the minerals forming rock, accessory minerals, and clay minerals) the adjournment opened by soil tubes, on depth up to 4 m. It is given petrography and paleontology characteristics of deposits. It is shown, that the sediments of the shelf of Kolskyi peninsula everywhere have sea genesis and are presented Upper Pleistocene (QIII) and Holocene sand-silt-clay deposits (QIV).

Р.Х. Греку¹, Д.Р. Греку²

(¹Институт геологических наук НАН Украины, Киев, e-mail: satmar@svitonline.com,

²Satellite and Marine Technology Laboratory, Satmar-Australia, Sydney, e-mail: mail-bag@greatwesternpages.com.au)

**Распространение континентальных масс Евразии
в акватории Северного ледовитого океана по данным
метода гравиметрической томографии**

R.Kh. Greku¹, D.R. Greku²

(¹Institute of Geological Sciences, ²Satellite and Marine Technology Laboratory, Satmar-Australia)

**Extension of the Eurasian continental margin to the Arctic
Ocean with the gravimetric tomography data**

Комиссия ООН по определению границ континентального шельфа, созданная в рамках Конвенции ООН по морскому праву, рекомендует определять границу континентальной окраины по отметке континентального подножья, которая может быть «видима» с помощью современных средств по данным эхолотирования и сейсмического зондирования морского дна, по гравиметрическим и магнитным измерениям. Очевидно, что реальные континентальные массы распространяются под верхними слоями абиссального дна океана дальше, чем видимый континентальный склон. «Заглянуть» на большие глубины позволяют данные метода гравиметрической томографии [1], основанного на использовании наблюдаемых характеристик гравитационного потенциала (геоида), которые обусловлены плотностной структурой всех слоев земли.

В докладе рассматриваются вертикальные разрезы и карты пространственного распределения земных масс на различных глубинах. Исходными данными являются значения коэффициентов сферических функций (гармоник) распределения высот геоида по модели геоида EGM96. Гармоники используются для определения глубин возмущающих масс, а также значений аномальных гармонических плотностей этих масс с использованием алгоритма профессора Г. Морица [2].

По разрезам, секущим арктические регионы вдоль меридианов 146° з.д. – 34° в.д., 59° в.д. и 90° з.д. – 90° в.д. через Северный полюс, показана возможность определения внешней границы континентальной окраины Евразии, которая скрыта под верхними слоями океанического дна. На рисунке приводится вертикальный разрез распределения плотностных неоднородностей по сечению 90° з.д. – Северный полюс – 90° в.д. между широтами 65°. На глубинах мантии в центральной части рисунка доминирует уплотненная структура с выраженным ядром на глубинах 1600–1800 км. В осевой близполюсной области и в западной части разреза на глубине 700 км отчетливо видна по-

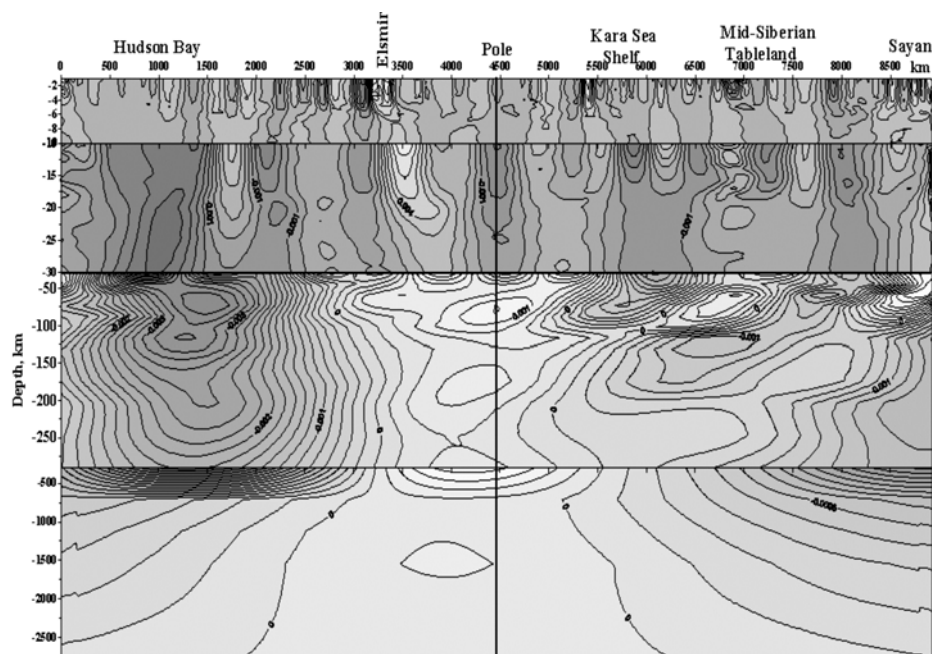


Рисунок. Распределение плотностных неоднородностей по сечению 90° з.д. – Северный полюс – 90° в.д. между широтами 65° . Вертикальный масштаб в пределах выделенных слоев различается. Более темный оттенок характеризует менее плотные структуры, а светлый – более плотные массы. Максимальные глубины 2800 км. Пространственное разрешение 30 км.

граничная зона. По обе стороны от уплотненной структуры почти симметрично располагаются менее плотные массы, которые можно отнести, по-видимому, к глубинным частям мантии и астеносферы, которые обусловлены тектонической природой различных материковых областей.

Уплотненные массы на глубинах 250 и 125 км имеют очевидную связь с верхними горизонтами. На поверхности они проявляются в районах известных горных массивов Саяны и Средне-Сибирское плоскогорье соответственно.

На глубине 40 км от центральной уплотненной структуры по обе стороны от полюса отделяются две ветви, которые на поверхности известны как хребет Элсмир (к западу) и хребет Ломоносова (к востоку).

Анализ подобных 3Д модельных построений по другим упомянутым выше разрезам подтверждает основные приведенные здесь геодинамические тенденции. А именно: евразийские континентальные массы и связанные с ними островные архипелажные массивы распространяются под на-

клоном к северу в акваторию Северного Ледовитого океана до глубин 250 км на расстояние свыше 1500 км от береговой черты материка.

В докладе приводятся также новые данные о возможных глубинных каналах углеводородных флюидов, истоки которых обнаруживаются на глубинах 750 км в районе крупнейшей на Земле депрессии в топографии геоида (-102 м). Разуплотненные разогретые массы плюма, восходящего от границы ядро-мантия распространяются на север из района южнее о-ва Шри Ланка в Индическом океане под Тибетом и выходят к поверхности в районе озера Байкал. В последующих моделях планируется выявить подобные каналы распространения разуплотненных масс этого плюма по всем направлениям.

1. *Greku R. Kh, Greku T.R.* Mantle and crustal structure of Antarctic along 170°W and 44°E meridians with the gravimetric tomography technique // *Terra Antarctica Reports*, No. 12, *Proceedings of the Workshop on Frontiers and Opportunities in Antarctic Geosciences 2004* / Ed. by C. Siddoway and C.A. Ricci. Terra Antarctica Publication, Siena, Italy. 2006. P. 145–154.

2. *Moritz H.* The Figure of the Earth. Theoretical Geodesy and the Earth's Interior. Wichmann, Karlsruhe. 1990.

Structure and geodynamic processes of the Arctic regions are shown at several cross-sections up to the depth of 2800 km using the gravimetric tomography technique. Extension of the Eurasian continental masses is observed up to 1500 km out off the coastal line toward the North Pole.

**Е.А. Гусев¹, В.В. Попов², А.Г. Иосифиди², И.В. Литвиненко¹,
Л.Г. Деревянко³, Н.Ю. Аникина³, Е.И. Полякова⁴,
П.В. Рекант¹, В.М. Анохин¹, Е.А. Баженова¹**

(¹ВНИИОкеангеология, г. Санкт-Петербург, e-mail gus-evgeny@yandex.ru,

²ВНИГРИ, г. Санкт-Петербург, e-mail: v_v_popov@yahoo.co.uk, ³Горнодобывающая компания «Миреко», г. Сыктывкар, ⁴Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Плиоцен-четвертичные отложения арктического шельфа Чукотки

**E.A. Gusev¹, V.V. Popov², A.G. Iosifidi², I.V. Litvinenko¹,
L.G. Derevyanko³, N.Yu. Anikina³, E.I. Polyakova⁴,
P.V. Rekant¹, V.M. Anokhin¹, E.A. Bazhenova¹**

(¹VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, e-mail gus-evgeny@yandex.ru, ²VNIGRI, St. Petersburg, e-mail: v_v_popov@yahoo.co.uk, ³“Mireco”, Syktvykar, ⁴Moscow State University)

Pliocene-Quaternary sediments of Arctic Chukchi shelf

В 2006 году ВНИИОкеангеология были проведены полевые работы в Чукотском море по программе составления листов Госгеолкарты-1000/3 с борта морского буксира «Шуя». Использовался стандартный при геологической съемке шельфа набор методов изучения: сейсмоакустическое профилирование, сонарная съемка, донное опробование с помощью дночерпателя и трубки, а также неглубокое многорейсовое бурение, проведенное с использованием оригинальной методики, разработанной в Донецком университете [Калиниченко и др., 2001]. Существенным результатом явилось бурение трех скважин: №1 – у мыса Шмидта, глубиной 5,5 м; №2 – у южной оконечности острова Врангеля, глубиной 12 м; №3 – в южной части Чукотского моря, глубиной 3,5 м.

Одна скважина (№ 3) из-за незначительного заглубления не вышла из голоценовых отложений. Две буровые скважины (№№ 1 и 2) вскрыли осадки трех сейсмокомплексов: верхнеплейстоцен-голоценового, эоплейстоценового(?) и плиоценового. Между эоплейстоценовым и плиоценовым комплексами наблюдается резкое несогласие, эоплейстоценовые осадки перекрывают эродированную поверхность плиоценовых пород. Верхнеплейстоцен-голоценовый и эоплейстоценовый комплексы представлены тонкими морскими илами, алевритами и глинами с раковинами морских моллюсков и редкой мелкой галькой. Плиоценовый комплекс сложен песками, песчаными алевритами, с галькой и гравием, с многочисленными остатками обугленной древесины.

Для проведения палеомагнитных исследований из кернов скважины №1 было отобрано 46 проб, из кернов скважины № 2 – 114 проб. В образцах из верхней части обеих исследованных скважин выделяется компонента пря-

мой полярности. Эта часть разреза по нашему мнению соответствует ортозоне Брюнес. С глубины 3 м в скважине № 1 и с глубины 7 м в скважине № 2 выделяется зона обратной полярности, соответствующая по всей вероятности ортозоне Матуюма. В верхней части этой зоны в скважине 1 наблюдается короткая зона частой смены полярности, а в скважине 2 – короткая зона прямой полярности. Возможно, эта зона соответствует участку микрозоны Харамильо общей магнитостратиграфической шкалы.

Анализ спорово-пыльцевых спектров, выделенных из осадков обеих скважин, свидетельствует о двучленном строении верхней части осадочного чехла Чукотского шельфа. Формирование нижней части разреза происходило в условиях относительно теплого климата в позднем плиоцене и эоплейстоцене(?), когда на территории произрастали сосново-березовые леса с примесью кедра, ели, ольхи, ивы, лещины и широколиственных. Среди травянистых растений преобладали влаголюбивые, болотные растения, безлесные пространства были незначительными. Климат был теплее современного. Подобный палинокомплекс может быть сопоставлен с комплексами песцовской свиты Чукотского полуострова [Петров, 1966] и колвинской серии Тимано-Уральского региона [Зархидзе, 1992]. Верхняя часть разреза формировалась в позднем плейстоцене и голоцене, когда на территории преобладал лесотундровый и тундровый тип растительности.

Микрофаунистический анализ образцов показал отсутствие фораминифер в нижних частях разрезов обеих скважин, № 1 – ниже 3 м, № 2 – ниже 7 м. Таким образом, предполагается континентальный и субконтинентальный генезис нижних толщ – плиоценовой и нижней части эоплейстоценовой. Пробы из эоплейстоценовой толщи содержат от 6 до 11 видов, в которых преобладают представители холодноводных нонионид, ретроэльфидиумов, криб्रोэльфидиумов. Отмечается большое количество агглютинированных форм и мелких ювенильных недоразвитых раковин. В этих пробах присутствуют такие формы, как *Elphidium origonense*, *Retroelphidium selseyense*, *Sigmomorphina* sp., *Quinqueloculina longa*, являющиеся показателями пограничных слоев плиоцена-эоплейстоцена на севере Чукотки [Петров, 1966]. Пробы из верхнеплейстоцен-голоценовой толщи содержат от 15 до 34 видов. Здесь преобладают арктические – *Guttulina lactea* (Walk. Et Jacob), *Buccella troizkyi* Gud., *Cribrononion obscurus* Gud., *Haynesina orbicularis* (Brady) и др., арктическо-бореальные виды – *Buccella frigida* (Cushman), *Cribrononion incertus* (Will.), *Nonionella auricular* (H.-A.-et Earl.), *Retroelphidium atlanticum* Gud. и т.д. Значительно меньше бореально-арктических и бореальных видов.

Диатомеи (скважина № 2) также установлены лишь в верхней части разреза (выше 5,5 м) и представлены преимущественно морскими видами, типичными для современных арктических морей, и переотложенными створками неогеновых вымерших видов. В эоплейстоценовых отложениях диатомеи немногочисленны, установлены единичные створки морских холодно-

водных аркто-бореальных планктонных видов: *Thalassiosira gravida* (споры), *T. nordenskiöldii*, *Bacterosira bathyomphala* и др., а также относительно тепловодных видов (*Coscinodiscus radiatus*, *Thalassiosira anguste-lineata* и др.), что характерно для морских эоплейстоценовых ассоциаций диатомей энмакской свиты Северной Чукотки. В верхнеплейстоценовых и голоценовых осадках скважины численность диатомей резко возрастает. Доминируют типичные в современном планктоне арктических морей виды (*Thalassiosira gravida*+*T. antarctica*, *T. nordenskiöldii*, *T. hyperborea* и др.), а также ледово-морские диатомеи (*Fossula arctica*, *Fragilariopsis oceanica*, *Attheya septentrionalis* и др.), являющиеся индикаторами морского ледового покрова в Арктике.

Распределение в осадочном разрезе скважины № 2 органического ($C_{\text{орг}}$) и карбонатного ($C_{\text{карб}}$) углерода коррелирует с данными, полученными в результате палеомагнитных и микрофаунистических исследований, а также анализа спорово-пыльцевых спектров. Так, в интервале 0–316 см содержание $C_{\text{орг}}$ и $C_{\text{карб}}$ соответствует фоновым значениям для современных терригенных голоценовых отложений арктического шельфа и составляет в среднем 0,06% и 0,72% соответственно. Вниз по осадочному разрезу наблюдается естественная диагенетическая утрата $C_{\text{орг}}$ от 0,95% до 0,51%.

В интервале 450–540 см при сохранении уровня карбонатности наблюдается резкое увеличение содержания $C_{\text{орг}}$ (до 1,82%), что может быть обусловлено сменой морских условий континентальными, сопровождающееся интенсивным поступлением гумусового осадочного материала. Резкое увеличение содержания $C_{\text{карб}}$ в интервале 613–623 см может быть связано с мелководными континентальными условиями осадконакопления, что согласуется с обогащенностью прослоя остракодами.

Ниже по разрезу (>8 м) фиксируется резкое увеличение содержания $C_{\text{орг}}$ (1–3%) и $C_{\text{карб}}$ (0,14–0,33%), свидетельствующее о смене фациальных условий, обусловленных, возможно, климатическим оптимумом с осадконакоплением в континентальных мелководных бассейнах со значительным поступлением гумусового органического вещества.

Полученные данные в целом соответствуют моделям стратиграфического расчленения неоген-четвертичного осадочного чехла соседствующего Чукотского полуострова [Петров, 1966], острова Врангеля [Gualtieri et al., 2003], шельфа Восточно-Сибирского моря [Пуминов, 1981]. Вместе с тем, для Чукотского шельфа впервые получены разрезы плиоцен-четвертичных отложений, возраст которых основан на палеомагнитных и биостратиграфических данных.

There were obtained new data on the geology of sedimentary cover of the Chukchi Sea shelf. Pliocene-Quaternary section was drilled by two boreholes in Long Strait. The age of sedimentary complexes was justified by paleomagnetic and biostratigraphic data.

Н.Н. Дунаев

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail: dunaev@ocean.ru)

Новейшая тектоника Индигской бухты (Баренцево море)

N.N. Dunaev

(P.P. Shirshov Institute of oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

The Neotectonics of the Indiga Bay (the Barents Sea)

В последние годы в России постоянно возрастает антропогенный пресс на пограничную зону в системе суша-море. В первую очередь это связано со строительством новых и реконструкцией старых портов, обустройством терминалов продуктопроводов, строительством рекреационных объектов, прокладкой различных коммуникаций и др. В числе важнейших инженерно-геологических условий, учитывающихся при планировании и реализации соответствующей инженерной деятельности, являются *неотектонические*. К одному из перспективных природных объектов ближайшего освоения в рамках федерального проекта "*Северные ворота*" относится Индигская бухта (губа), расположенная в юго-восточной части Баренцева моря. Бухта приурочена к области сопряжения Тиманского среднегорья и Малоземельской тундры Печорской низменности. К настоящему времени пока не предложено конкретной тектонической модели (схемы) непосредственно на её территорию и прилегающую сушу.

Неотектонический этап в регионе начался в позднем олигоцене, характеризуясь колебательными движениями. Его тектоническая структура оформилась преимущественно в плиоцен-четвертичное время и носит наложенный характер, реализовавшись в позднем неоплейстоцене–голоцене преимущественно в виде общего поднятия территории, осложнённого частными опусканиями и разломами. На основании анализа опубликованных материалов и анализа батиметрических карт автором предлагается картографическая модель новейшей тектоники исследуемого района. Она выполнена в виде тектонической схемы, построенной по структурному принципу, т. е. с отображением компонентов новейшей тектонической структуры – структурных форм, под которыми здесь понимается относительно обособленные по особенностям строения и истории развития объёмно-площадные геологические тела (блоки, массивы приповерхностных горизонтов литосферы), а также разломные зоны, получившие в результате тектонических движений в тектоносфере Земли отражение в экзодинамике земной поверхности и её ландшафте, прежде всего, в характере составляющего его рельефа и в строении сопряжённых с ним осадочных образований (рис.).

Согласно предлагаемой схеме Индигская губа приурочена к частному вытянутому в северо-западном направлении прогибу, расположенному в зоне сопряжения структур Тиманского кряжа и Печорской синеклизы. Возможно, что его заложению способствовала разломная зона, подчёркнутая

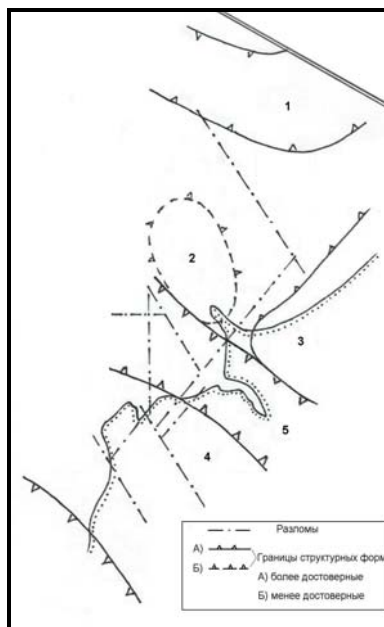


Схема новейшей тектоники района Индигской бухты (губы)
 1 – Поморский прогиб, 2 – Святоносское поднятие,
 3 – Малоземельский вал, 4 – Чайцынский вал, 5 – Индигский прогиб

раскрывающейся в бухту долиной р. Индига и (или) проявление тектонического режима в виде деструктивного тафрогенеза, связанного с некоторым растяжением земной коры вследствие её эмерджентного утонения. Концентрические очертания береговой линии Индигской губы можно объяснить не отражением возможного проявления кольцевой тектонической структуры, а многократным повторением спрямлённых её участков северо-западного и северо-восточного простираний, обусловленных мелкими разрывными нарушениями с последующим моделированием волновыми и субаэральными склоновыми процессами. По деформации кровли *московского горизонта* рыхлых отложений амплитуда позднечетвертичных нисходящих движений в кутовой приустьевой части губы оценивается в 20 м. Современная скорость погружения Индигского прогиба составляет около 3,5 мм/год (Никонов, 1978). Близко к состоянию равновесия находится корневая часть Святоносского полуострова. Сопредельный Чайцынский вал поднимается со скоростью до 2 мм/год. В сеймотектоническом отношении исследуемый район считается спокойным. Однако необходимо иметь в виду, что потенциально сейсмоопасными являются, например, места соприкосновения тек-

тонических блоков, узлы пересечения разломов и некоторые растущие поднятия. Всё это присутствует в новейшей тектонической структуре района.

Сопоставление типов морских берегов с предложенной неотектонической схемой района отчётливо указывает на их прямую связь. В частности, к новейшим поднятиям приурочены абразионные берега, к опусканиям – осушковые, с прогрессивной заозёрностью, с повышенными мощностями молодых осадков. На фоне продолжающейся трансгрессии моря абразионные берега претерпят небольшие деструктивные изменения. Наибольшая их абразия не превысит десятков сантиметров в год. Значительному отступанию (до 5 м/год) подвергнутся аккумулятивные берега, приуроченные к тектонически нейтральным и в большей мере – к опускающимся структурным формам. Поскольку при достижении скорости морской трансгрессии 2–3 мм/год прекращается развитие песчаных береговых аккумулятивных форм, а при большей размываются ранее созданные (Каплин, Селиванов, 1999), то при допущении сценария длительного повышения уровня моря можно ожидать в перспективе размыв прикорневой части Святоносского полуострова. Произойдёт и пассивное затопление некоторых субаэральных территорий, обусловленное активизацией ингрессии моря в пределы долины р. Индига. Таким образом, отрицательные структурные формы, а также ослабленные зоны вдоль секущих, прослеживающихся на побережье разломов, будут способствовать ускорению трансгрессии, а положительные – её замедлению.

Предполагается, что выполненный тектонический анализ будет способствовать пониманию исследователями строения и перспектив развития района вне зависимости от их приверженности к какой-либо глобальной геодинамической концепции.

The neotectonics model of one of the perspective for the near-term development region of the Russian Arctic is proposed, the role of the neotectonics in its forming and tendency of its development are reviewed.

Т.А. Емельянова

(Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
г. Владивосток, e-mail: emelyanova@poi.dvo.ru)

**Геодинамика и основные этапы вулканизма Японского
моря в кайнозое**

T.A. Emel'yanova

(V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, RAS, Vladivostok)

Japan Sea Cenozoic geodynamic and volcanism main stages

Тип и характер кайнозойского вулканизма Японского моря зависят от состава геологического фундамента, на котором происходило формирование впадины моря, а также от геодинамических обстановок, последовательно сменявших друг друга в течение всего этого процесса. Фундаментом южной части Японского моря служит древний архейско-протерозойский гнейсово-мигматитовый комплекс калиевой специализации. Фундамент центральной и северной частей представлен более молодыми палеозойскими метаморфическими, гранитоидными и осадочными породами кали-натрового состава.

В кайнозое в пределах Японского моря наблюдается четыре основных этапа вулканизма, в результате которых были сформированы: 1 – олигоцен-раннемиоценовые калиевые вулканокластиты, 2 – олигоцен-раннемиоценовые кали-натровые андезитовиды, 3 – позднемиоцен-плиоценовые окраинно-морские базальтоиды и 4 – плиоцен-голоценовые щелочные базальтоиды.

Олигоцен-раннемиоценовые калиевые вулканокластиты слагают возвышенности южной части Японского моря и представлены, главным образом, спекшимися туфами и игнимбритами кислого состава. Породы характеризуются повышенными содержаниями K_2O , который преобладает над Na_2O в сумме щелочей. Большое количество кислого пирокластического материала свидетельствует об анатектоидном происхождении этих пород. Скорее всего, они являются производными кислых магматических расплавов, формирование которых происходило в пределах континентальной коры, под воздействием высоких температур и флюидов, исходивших от находящегося на глубине базальтового очага. На анатектоидное происхождение вулканокластитов указывает и контрастное поведение на спайдер-диаграмме подвижных крупноионных литофильных (LILE) и стабильных высокозарядных элементов (HFSE). Эти породы обладают высоким коэффициентом эксплозивности, что свидетельствует о наземном характере вулканизма. Аналогичный вулканизм наблюдался в этот период в пределах Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса (ВСАВП) (кедровский и колчанский комплексы), а также в пределах Корейского полуострова (грабен Пхохан-Яннам) и на западе о. Хонсю (грабен Синаме). Но наибольшую схожесть япономорские вулканокластиты проявляют с вулканическим породам кедровского комплекса ВСАВП.

Олигоцен-раннемиоценовые кали-натровые андезитоиды распространены, главным образом, в центральной части моря, на возвышенности Ямато. Они представлены лавами, образующими ряд базальты-риолиты с преобладанием андезибазальтов и андезитов. Сравнительный анализ показал, что эти породы аналогичны вулканитам кузнецовского и кизинского вулканических комплексов ВСАП. Андезитоиды имеют или анатектоидное происхождение, или мантийное с большим влиянием континентальной коры на магмогенерацию. На это указывает «пилообразный» спектр LILE и HFSE и Ta-Nb минимум.

Из выше сказанного следует, что в олигоцене – раннем миоцене в пределах Японского моря были сформированы два разных вулканических комплекса – калиевые вулканокластиты и кали-натровые андезитоиды. Это можно объяснить разной мощностью и составом фундамента: на юге моря он более мощный калиевый, к северу – менее мощный кали-натровый. Несмотря на различия, вулканокластиты и андезитоиды можно объединить в одну группу, так как они являются породами окраинно-континентальных поясов.

Позднемиоцен-плиоценовые окраинно-морские базальтоиды распространены, в основном, в котловинах Японской и Ямато. Впервые они были выделены и описаны В.Т. Съединым [1]. Эти породы образуют ряд: оливиновые базальты–трахибазальты–трахиандезиты–трахиты–трахидациты–трахириолиты. Преобладают базальты преимущественно оливин-плагиоклазового и плагиоклазового состава. В породах отсутствуют водосодержащие минералы (ортопироксен, амфибол и биотит), что свидетельствует о сухих и высокотемпературных условиях магмогенерации. Для пород характерны повышенные содержания K_2O (до 1,2% в базальтах и до 5,5% в трахитах), но в сумме щелочей почти всегда преобладает Na_2O , а также других LILE – Rb, Sr и Ba. Концентрации Zr достигают 200–500 г/т, а TiO_2 – 2,5%. При этом в породах отмечены высокие концентрации сидерофильных элементов – Co (до 70 г/т), Ni (до 210 г/т) и Cr (до 600 г/т). Вышеописанные химические свойства, наряду с отсутствием водосодержащих минералов, свидетельствуют о близости состава окраинно-морских базальтоидов к составу щелочно-базальтоидных пород океанических островов (OIB). На это также указывает характерный для этих пород спектр LILE и HFSE на спайдер-диаграмме и Nb положительная аномалия. Однако окраинно-морские базальтоиды несут в себе «следы» влияния континентальной коры на магмогенерацию. Об этом свидетельствуют преобладание LREE над HREE, а также положение фигуративных точек этих пород на диаграмме $Ba/La-(La/Nb)_N$ между составами N-MORB и E-MORB₂. Сравнение с материалами Н.И. Филатовой [2] показало, что описываемые породы аналогичны вулканитам скв. 797 (котловина Ямато). В этой скважине упомянутым автором были обнаружены еще более деплетированные вулканиты, датированные средним миоценом. По всей видимости, в этот период наблюдался макси-

мальный спрединг в котловине Японского моря, и формировались вулканы, близкие по составу N-MORB или толеитам, слагающим нижние части океанических островов. Образцы рассматриваемых окраинно-морских базальтоидов, полученные путем драгирования, демонстрируют «вершину айсберга», т.к. по составу они близки щелочно-базальтоидным породам, слагающим верхние части океанических островов.

Плиоцен-голоценовые щелочные базальтоиды развиты на островах Улындо, Чукто и гайоте Оки в Цусимской котловине и представлены рядом пикритовые базальты – щелочные трахиты. Среди темноцветных минералов в них присутствуют как оливин и клинопироксен, так и водосодержащий амфибол. Породы характеризуются высокими содержаниями K_2O (2,5–6,5%), который, как правило, преобладает в сумме щелочей, и других LILE – Rb, Sr, Ba, а также Zr (300–900 г/т) и TiO_2 (до 3,5%). При этом в этих породах отмечаются повышенные концентрации Co, Ni и Cr. Щелочные базальтоиды имеют более выраженную гетерогенную природу, чем окраинно-морские. На дискриминационной диаграмме «Zr/Y-Zr» фигуративные точки тех и других пород располагаются в области OIB, а на диаграмме «Nb-Y» – в области WPG. Это означает, что на магмогенерацию в обоих случаях оказывали влияние и флюиды из нижней мантии, и континентальная кора. Но в случае щелочных базальтоидов влияние последней выражено сильнее, и об этом свидетельствует следующее: 1 – присутствие в породах водосодержащих минералов; 2 – преобладание K_2O над Na_2O в сумме щелочей, что характерно в большей степени для континентальных вулканитов, чем для океанических; 3 – резкое преобладание LREE над HLEE.

Таким образом, подавляющее большинство кайнозойских вулканических пород Японского моря содержат признаки влияния континентальной коры на магмогенерацию, что свидетельствует о формировании впадины моря в результате спрединга на окраине Азиатского континента.

Работа выполнена при поддержке РФФИ-ДВО РАН (проект 06-05-96108), ДВО РАН (проект 06-III-A-07-258) и ФЦП «Мировой океан».

1. *Съедин В.Т.* Формационно-геохимические типы кайнозойских базальтоидов Японского моря // ДАН СССР, 1987. Т. 296. № 6. С. 1441–1446.

2. *Филатова Н.И.* Закономерности динамики окраинноморского магматизма (Корейско-Японский регион) // Литосфера. 2004. № 3. С. 33–56.

The Japan Sea Cenozoic volcanics are divided by the Oligocene-Early Miocene continental-marginal and Late Miocene-Pliocene marginal-sea. Majority of volcanics contain the indication of influence of the continental crust on magma generation. It is mean the sea basin was formed on the Asian continent margin.

Е.А. Ковальчук¹, Э.В. Шипилов²

(¹Мурманский государственный педагогический университет, ²Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, ship@polarcom.ru)

Новые данные о строении Кольского фиорда (залива)

E.A. Kovalchuk¹, Ed.V. Shipilov²

(¹Murmansk state pedagogical university, ²Murmansk marine institute KSC RAS, Murmansk, ship@polarcom.ru)

New Data on structure of the Kola fiord

Кольский залив расположен на побережье Баренцева моря. По геоморфологической классификации участок Мурманского побережья, на котором он расположен, относится к типу фиордовых берегов. На территории России подобные заливы так же встречаются на Новой Земле, Чукотском и Камчатском полуостровах, Корякском нагорье. В мире типичные фиорды распространены в Скандинавии, на арх. Шпицберген, в Гренландии, на тихоокеанском побережье Южной Америки. Проблемы происхождения и формирования фиордов затрагивались во многих публикациях. Однако конкретных сведений о строении и развитии фиордов по-прежнему очень мало. Значительный вклад в изучение этого вопроса внес П.А. Каплин (1991), который в своей монографии кратко охарактеризовал все фиордовые районы нашей страны и осветил несколько причин их формирования.

В основу данного сообщения положены результаты изучения и анализа данных инженерно-геологического бурения, сейсмоакустического профилирования, батиметрических карт и полевых наблюдений. По отдельным участкам изучался гранулометрический состав донных отложений, особенности их строения и литология. В результате проведенных исследований были составлены продольный гипсометрический профиль, характеризующий поведение рельефа дна, поперечный геологический разрез, а по нескольким участкам карты мощностей отдельных литологических групп.

Кольский залив представляет собой вытянутую субмеридианальную тектоническую структуру, для очертаний которой характерны коленчатые изгибы, связанные с участием в ее формировании разломов северо-восточного простирания. Концентрические разломы предопределили заложение субширотных ответвлений в виде многочисленных губ.

В соответствии с изгибами акваторию залива подразделяют на три участка: северное, среднее и южное колена. Глубина залива убывает от входа к вершине, но эта тенденция нарушается подводными порогами. Наиболее высокий из них с отметкой глубин 104 м, расположен напротив входа в губу Сайда и замыкает с севера котловину с глубинами свыше 300 м. Подводные пороги характерны и для некоторых других боковых заливов-губ. Северное колено – наиболее глубокая часть Кольского залива. Глубины здесь меняются от 110 до 317 м. Глубины у входа в среднее колено составляют около

200 м, затем они постепенно уменьшаются к вершине залива и в юго-западной части не превышают 40 м. Берега южного колена имеют сопочный характер, склоны на западном берегу более отлоги, чем на восточном. Глубины у входа в южное колено 25–35 м; к берегам и вершине залива они уменьшаются. В северной части этого района имеется несколько впадин с глубинами 40–62 м. За последние годы рельеф южного колена изменился вследствие антропогенной деятельности. Появление новых причалов, плавучих доков, выброшенных судов на осушке преобразовало все побережье. Кроме того, в вершине залива в 80-е годы был проведен намыв грунта для освоения под застройку большого участка осушки, прилегающего к району г. Колы.

К четвертичным осадкам на акваториальной части рассматриваемой территории отнесены три комплекса отложений залегающих на породах преимущественно архейского и верхнепротерозойского возраста. Определение их стратиграфического положения и вещественного состава выполнялось по пробуренным в Кольском заливе инженерно-геологическим скважинам, грунтовым станциям и сейсмоакустическим разрезам. Мощность четвертичных отложений в среднем составляет 50–100 м, достигая на выходе из залива более 200 м.

Изучение материалов показало, что в составе отложений участвуют техногенные образования (намывные и донные), современные морские осадки и ледниковые отложения.

Коренные породы, представленные мелкозернистыми трещиноватыми гранито-гнейсами светло-серого цвета, скважинами на акватории залива не вскрыты, однако они выходят на поверхность на западном и восточном берегах.

Ледниковые осадки представлены моренными отложениями с песчаным заполнителем, максимальная вскрытая мощность которых составляет 39,2 м, а наиболее низкая отметка расположения кровли 87,0 м. В этих отложениях предположительно верхневалдайского возраста можно выделить два типа, первый – с преобладанием валунов (50–55%), размерами от 20–30 см изредка до 1,5 м, содержанием крупного щебня и дресвы (10–15%) и песчаным заполнителем – повсеместно подстилает все вышележащие слои, второй – щебенистый, залегающий в кровле ледниковых отложений, простирающийся от западного борта с наибольшей мощностью 5,1 м и выклинивающийся к востоку. Содержание валунов достигает 20–25%, заполнитель – пески мелкие, местами алевроиты.

По данным В.Я. Евзерова (1981) морена может подстилаться толщей сложно переслаивающихся промытых сортированных осадков, которые могут быть сопоставлены с образованиями средневалдайского интерстадиала.

На неровной размытой поверхности морены залегают пески разной крупности ледниково-морского происхождения. В песках часто встречается

косая слоистость, раковинный детрит, единичные валуны, цвет коричневатого-серый. Крупность песков уменьшается вверх по разрезу, их мощность по отдельным скважинам составляет до 24,0 м. Далее пески замещаются алевроитами серого цвета с прослоями и линзами ила суглинистого мощностью до 10 см. По своей конфигурации слой имеет форму вытянутого тела с небольшим флексурным сбросом, со средней мощностью около 20 м, выклинивающийся к западному и восточному бортам.

Мощность суглинистых илов нарастает к восточному берегу с максимумом около 36 м. Цвет голубовато-серый и темно-серый с редкими ракушкой и дресвой, с черными пятнами органики. При продвижении на восток пласт резко выклинивается и повсеместно перекрываются супесчаными илами с мощностью по отдельным скважинам до 22,1 м. Цвет от серого до черного с темными гнездами органики и включением щебня.

В прибрежной зоне появляются пески аллювиального происхождения с линзой илов. С поверхности небольшим по мощности слоем залегают пески средней крупности морского происхождения, распространение которых нарушено в центральной части вследствие дноуглубительных работ. В восточной части акватории с поверхности залегают пески техногенного происхождения.

В период максимального развития вюрмского (валдайского) оледенения (18–20 тыс. лет назад) Кольский полуостров и Баренцевоморский шельф были покрыты материковым льдом толщиной 300–700 м и шельфовыми ледниками. После схода ледника произошел подъем территории и около 10 тыс. лет назад сформировался современный облик залива. На этом этапе основными факторами, влияющими на литологические особенности донных отложений, их вещественный состав, мощность являются: изостатический подъем суши (скорость по разным данным составляет от 0,1 до 1,5 м / 100 лет), климат, переформирование рыхлых отложений под совместным действием приливов, речного стока и ветрового волнения, неотектонические движения и изменения наклона палеодна. О существенной роли последних можно судить по конфигурации отдельных слоев донных отложений и наличию палеосейсмодислокаций (Николаева С.Б., 2006) в непосредственной близости от залива.

In this presentation on basement of new geological and geophysical data are given the characteristic of litological composition and structure of sedimentary cover complexes of the Kola fiord. Are considered conditions its formation.

С.А. Козлов

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, kozlov@vniio.ru)

**Проблемы инженерно-геологического изучения
Арктического шельфа**

S.A. Kozlov

(VNIIOkeangeologia, St. Petersburg)

Problems of engineering-geological studying of the Arctic shelf

В преддверии начала интенсивного освоения нефтегазовых месторождений Арктического шельфа необходимость инженерно-геологического изучения донных грунтов стала весьма актуальной. Основные задачи сводятся к строительству скважин и других нефтегазопромысловых сооружений, включая систему подводных трубопроводов, с формированием трёх основных видов природно-техногенных систем (ПТС):

- ПТС мегауровня, затрагивающая горные породы и отложения более 3-х инженерно-геологических комплексов (ИГК), общей мощностью до нескольких сотен (тысяч) метров – при строительстве и эксплуатации нефтегазодобывающих скважин;

- ПТС мезоуровня – 2–3-х инженерно-геологических комплексов, общей мощностью до нескольких десятков метров – связанная с давлением на дно нефтегазодобывающих платформ, терминалов и насосных станций;

- ПТС микроуровня – 1–2-х инженерно-геологических комплексов общей мощностью не более 5–10 м – при строительстве и эксплуатации подводных трубопроводов.

МЕГАУРОВЕНЬ. Для точного расчета пластики и устойчивости геологических пластов с использованием функциональных зависимостей требуется получение репрезентативных данных, материалы по которым обычно отсутствуют:

- по сжимаемости пород продуктивных и смежных с ними горизонтов осадочного чехла в условиях высоких эффективных и пластовых давлений и температур;

- по начальным градиентам фильтрации слабопроницаемых отложений слоев, смежных с продуктивными пластами;

- по ряду дополнительных параметров, включая проводимость и пьезо-проводность водоносных пластов.

Требуется испытательные установки и методика проведения таких нестандартных определений, в частности, – начального градиента фильтрации в термодинамических условиях, отражающих условия естественного залегания пласта. Кроме того, весьма затруднительно и дорого получение в необходимом для достижения заданной точности количестве ненарушенных образцов сжимаемой толщи. Отсутствие надёжных расчётных параметров не позволяет осуществлять даже предварительные расчёты. В то же время,

уже накоплены достаточно представительные данные по осадке земной поверхности, связанной с откачкой из недр различных флюидов, которые можно использовать для предварительной оценки.

Учёт таких масштабных явлений, как формирование мульды оседания при эксплуатации подводных нефтегазовых месторождений, вызывает определённые трудности, обусловленные как большими глубинами залегания сжимаемых толщ, так и разнообразием структурных неоднородностей на площадях мульды оседания. Структурные неоднородности существенно влияют на состояние и свойства горных пород, определяя особенности масштабного эффекта и величину коэффициента структурного ослабления.

МЕЗОУРОВЕНЬ. Устойчивость геологической среды нефтегазопромысловых сооружений подводного месторождения углеводородов во многом определяется, помимо геоморфологических особенностей дна, физическими и, в большей мере, механическими (прочностными) свойствами слагающих морское дно плейстоценовых мягких и рыхлых грунтов. Выделяются две основные категории проблемных грунтов: промерзавшие в плейстоцене глинистые грунты (распространённые на большей части арктического шельфа) и в разной степени мёрзлые грунты современности (распространённые в основном в мелководной зоне).

На участках, приуроченных к большей части Восточно-Арктического шельфа России, а также преимущественно к юго-восточной и восточной частям Баренцева и к Карскому морю, наиболее распространённые здесь плейстоценовые глины и суглинки, в связи с позднеплейстоценовым разуплотнением и связанным с ним переходом большей части связанной воды в свободное состояние, как правило, не переходят в основной этап диагенеза и сохраняют физико-механические свойства, близкие к свойствам илов. Например, в районах с интенсивным плейстоценовым промерзанием глины обладают существенно (на 50–70%) более низким удельным сцеплением по отношению к непромерзавшим отложениям (имеющим прочность в среднем – 15 кПа), хотя их плотность одинакова или даже несколько выше. Зависимость удельного сцепления от степени предшествующего промерзания для верхнеледниковых супесей незначительна, что, по всей видимости, связано с более существенной (по сравнению с глинами) ролью песчаных фракций (не имеющих связанной воды в своём окаймлении) в формировании структуры. Эта роль особенно возрастает при формировании прочностных свойств песчаных грунтов (во время плейстоценового промерзания), когда песчаные фракции формируют структурообразующий «скелет» грунтов, с существенным увеличением угла внутреннего трения.

Выявление криогенных «аномалий» физико-механических свойств арктических придонных грунтов – весьма непростая и ответственная задача. На региональном уровне с использованием палеогеографических реконструкций и осреднённых данных по физико-механическим свойствам грунтов

ключевых участков следует проводить предварительное районирование дна по степени предшествующего (плейстоценового) криогенного воздействия. Однако существенную проблему представляет, кроме того, и выявление ослабленных грунтов при крупномасштабном картировании. Например, в пределах только Приновоземельской площади влажность рассматриваемых глин изменяется от 35% до 110%. Прочность глин также изменяется весьма широко, составляя всего 2–11 кПа при текучей консистенции (на Мурманской возвышенности) и около 10–70 кПа при мягкопластичной консистенции (на Северо-Печорской возвышенности). Угол внутреннего трения при этом изменяется от 1–5° до 20–25°. Разнообразие свойств требует особого внимания к изучению данных грунтов при детальном исследовании, с разделением толщи верхнеледниковых глин (и суглинков) по степени предшествующего промерзания на несколько инженерно-геологических горизонтов.

МИКРОУРОВЕНЬ. Характеризуется деструктивными процессами в донных грунтах, включая криогенное воздействие газопроводов на придонную среду, на участках, где температура газового потока в трубах понижается до отрицательных температур, влечёт за собой промерзание грунтов, обледенение труб и т.д. Возможность промерзания обусловлена большой протяжённостью проектируемых магистральных газопроводов (свыше 500 км от ШГКМ), сложностью строительства в ледовых морях промежуточных компрессорных станций и низкой температурой придонной среды. Промерзание вмещающих газопроводы отложений с созданием аварийных ситуаций возможно, наравне с глубоководными, в прибрежных, относительно мелководных (менее 80 м) районах, где из-за повреждений газопроводов плавучими льдами проектируется их заглубление в донные грунты. Особо опасны в этом отношении участки разгрузки пресных подземных вод вблизи Кольско-Канинского побережья, где температура замерзания среды повышается до 0°C. Необходим контроль за отклонением температурного режима газового потока на выходе и в других характерных точках с сигнализацией о снижении температур.

The basic types of natural-anthropogenous systems formed on the Arctic shelf are analysed. The basic engineering – geological problems arising at creation and operation of various oil-and-gas constructions are shown. Among such problems – the lowered mechanical properties of deposits which were frozen in Pleistocene.

**О.Ю. Корнеев, А.Е. Рыбалко, А.И. Свечников,
М.А. Никитин**

(ФГУНПП «Севморгео», Санкт-Петербург, e-mail: korneev@sevmorgeo.com)

**Форма осадочных тел по данным высокочастотного
профилирования – важнейший показатель при литолого-
палеогеографическом изучении четвертичных отложений
внутренних морей гляциальной зоны**

O.Yu. Korneev, A.E. Rybalko, A.I. Sveshnikov, M.A. Nikitin

(State Company “Sevmorgeo”, St-Petersburg)

**The form of sedimentary bodies on the data of high-frequency
profiling - major parameter at lithology-palaeogeographic study
четвертичных of quaternary sediments of the inland seas
of a glacial zone**

Одним из главных критериев оценки формирования осадочных пород является морфология и внутренняя структура слагаемых ими тел. Морфологический критерий положен и в основу сейсмостратиграфических исследований на открытых шельфах, где основой расчленения являются региональные зоны угловых несогласий, совмещенные с трансгрессивно-регрессивными фазами развития Мирового океана. Нередко этот критерий переносится и на четвертичные отложения внутренних морей, где молчаливо подразумевается пассивное пластовое выполнение отрицательных форм рельефа донными осадками. Между тем, история развития впадин внутренних морей предполагает не только смену режима осадконакопления в четвертичное время, но и активное формирование здесь континентальных склоновых, ледниковых и других типов отложений, которые сами формируют положительные формы рельефа. Общий дефицит наносов, поступающих во внутренние моря гумидной и арктической зон, который отчетливо прослеживается на большинстве морей, окаймляющих побережье России, возник, как считают многие исследователи, на рубеже неоплейстоцена-голоцена. Следствием этого процесса явилось фрагментарное распространение четвертичных отложений, включая и современные осадки, возраст которых не превышает 5–8 тыс. лет.

Выполняемые в течение ряда лет геофизические исследования, как в рамках геологического картирования, так и специализированных геоэкологических исследований с использованием высокочастотных профилографов, показали, что часто формы осадочных тел далеки от классических представлений и даже сугубо современные илистые отложения нефелоидных осадков могут являться рельефообразующими. В первую очередь это связано с активными гидродинамическими процессами в придонном слое

воды, что далеко не всегда совпадает с поверхностной схемой течений. Так, практически всегда у поднятий донного рельефа, сложенных более плотными осадочными образованиями, возникают ложбины эрозионного происхождения глубиной до 10–12 м, в результате чего голоценовые глинистые осадки занимают батиметрически более высокие уровни, чем плейстоценовые глины (рис. 1). Съемки последних лет, как в Финском заливе, так и в Белом море, показали, что толщи голоценовых осадков, выполняющие отдельные депрессии, имеют слабо выпуклую форму. Это не противоречит представлениям, что наиболее интенсивная седиментация происходит в центре таких депрессий. Однако снижение мощности к краям этих депрессий связано не столько со снижением темпа аккумуляции, сколько со слабыми периодическими размывами в апикальных частях впадин. Это обстоятельство необходимо учитывать при отборе трубок для опорных литостратиграфических исследований. Также существенно по иному следует проводить границы при составлении карт четвертичных отложений. Их следует проводить не по изобатам, показывающим уровень накопления голоценовых осадков, а по наиболее глубоким частям мелких депрессий, окружающих выходы более плотных плейстоценовых глин.

Описанная схема является отнюдь не общей для верхнечетвертичных отложений шельфовых внутренних морей. Можно выделить участки с совершенно плоским дном, где происходит смена покрова современных глинистых осадков нефелоидного типа подстилающими плейстоценовыми глинами, что сопровождается и сменой покрова поверхностных осадков; пелитовые илы резко сменяются существенно песчанистыми отложениями перлювиального генезиса. По нашему мнению такие участки соответствуют зонам конседиментационного поднятия, что приводит к активизации гидродинамического режима и, как следствие, возникновению зон «современного ненакопления». В других случаях были зафиксированы грядовые формы с отчетливой облекающей слоистостью, сложенные илами и подстилающиеся плотными плейстоценовыми ленточными глинами. Относительное превышение таких форм составляло до 15 м, соответственно такая же величина характеризовала и мощность голоцена. Отобранные в верхней части таких тел грунтовые трубки с послойным определением ^{137}Cs , показали, что темп современной седиментации составляет до 5–8 мм/год.

На склонах крупных отрицательных форм нередко фиксируются мелкие формы, сложенные голоценовыми илами, в то время как в межгрядовых депрессиях молодые отложения отсутствуют и здесь вскрываются толщи плейстоценовых глин, прикрытые маломощным перлювием. Крайне интересной особенностью, присущей всем без исключения, внутренним морям гляциальной зоны, а также крупнейшим озерам (Ладожскому и Онежскому), является разноуровневое накопление голоценовых осадков, мощность которых может достигать 10 м. При этом каждый микробассейн седимента-

ции отделяется от другого уступом, сложенным более плотными породами. Все это приводит к резкому чередованию литотипов поверхностных осадков, которое в относительно приподнятых участках приобретает мозаичный характер. На этот факт, как известно впервые в 50-х годах прошлого века обратил крупнейший специалист по осадкам Ф. Шепард, взгляды которого нередко критиковались представителями отечественной школы седиментологов, которые исходили из постепенной смены одних осадков другими («в природе не может быть резких границ, условия меняются постепенно»). Развитие высокочастотного профилирования позволило примерить эти два тезиса; границы между литотипами осадков могут и, обычно, являются резкими. Но причина этому – их разновозрастность или резкая смена условий осадконакопления.

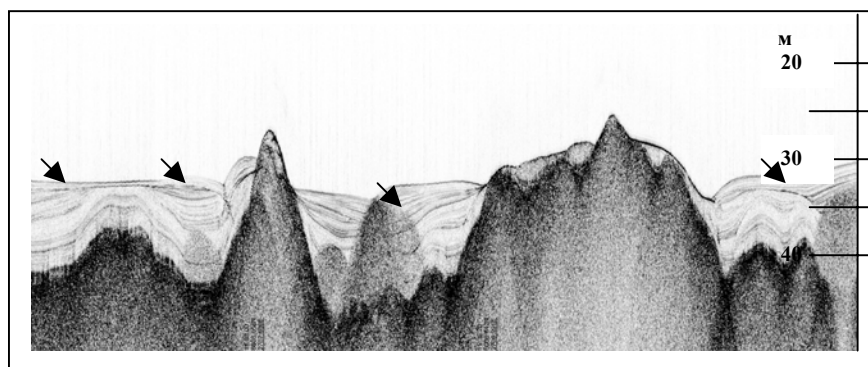


Рис. 1. Характер залегания голоценовых осадков (современный горизонт – показан стрелкой) на расчлененном ледниковом рельефе. Высокочастотный профилограф. Восточная часть Финского залива.

The results of disjunction of the upper horizons of the quaternary deposits with the help of high-frequency subbottom profiler are discussed in the report. The fragmentary character of distribution of Holocene marine deposits is shown on seismographic records. The zones of underwater erosion on contact massive morainic deposits and soft muds are established. The important conclusion is made, that Holocene muds sometimes can form the positive forms of a relief.

**В.А. Кошелева, Н.А. Куринный, Д.Н. Куренной,
Я.В. Неизвестнов, С.В. Булдаков**

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: vkosheleva@bk.ru)

**Инженерно-геологические особенности донных осадков,
развитых в Татарском проливе Охотского моря**

**V.A. Kosheleva, N.A. Kurinnyi, D.N. Kurennoi,
Ya.V. Neizvestnov, S.V. Buldakov**

(VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg, vkosheleva@bk.ru)

**Engineering-geological features of the bottom sediments
developed in the Tatarskyi Strait of the Okhotsk Sea**

Проведённые изыскательские исследования в Татарском проливе, в районе $\sim 50^\circ$ с.ш., с целью возможного проведения субширотного продуктопровода по дну пролива от материка до о-ва Сахалин, позволили выявить инженерно-геологические условия данного региона. Для оценки условий прокладки продуктопровода были рассмотрены следующие вопросы: изученность региона; опыт инженерно-хозяйственного освоения района исследования; физико-географическая характеристика (климат, гидрологический режим, колебания уровня моря, характер ледовых процессов); геоморфология дна пролива; геологическое строение; четвертичная геология; инженерно-геологическая характеристика стратиграфо-генетических комплексов; современные геологические процессы и явления; сейсмологическая обстановка района и геотектоника.

Анализ изученности региона показал, что первые сведения об о. Сахалин были получены в 1640 г. И.Ю. Москвитиным. Эпизодические исследования на Сахалине, побережье материка и проливе продолжались Г.И. Невельским, В.А. Римским-Корсаковым, Ф.Б. Шмидтом, Гленом, Брылкиным, Лопатиным, Л.Ф. Бацевичем, К.С. Старицким и др. С 1907 г. Геологический комитет России организовал планомерные детальные работы по изучению геологии Сахалина и побережья материка. В настоящее время, в регионе постоянно работают СахКНИИ СО РАН, филиалы ТИНРО и ВНИГРИ. К настоящему времени накопился опыт строительства портов и пристаней на шельфе Татарского пролива. В 1940–1990 гг. через пролив Невельского по льду были проложены нитки нефтепроводов и газопровода, по которым продукты поступали на материк. В данный момент проводится комплекс инженерно-геологических изысканий под различные проектируемые гидротехнические сооружения.

Шельф Татарского пролива расположен в мезозойско-кайнозойской складчатой системе и вместе с островом представляет собой часть Хоккайдо-Сахалинского поднятия. Западные берега относятся к Сихотэ-Алинскому звену Охотско-Чукотского пояса. Черты рельефа сформировались в плиоцен-нео-

плейстоценовое время, когда почти весь шельф Сахалина испытал подъём и прошёл стадию субаэрального режима. Вертикальные новейшие движения обусловили блочное строение, с сохранением реликтов субаэрального рельефа в относительно опущенных блоках на глубинах моря 150–200 м. В результате голоценовых подвижек образовались бенч с береговой линией на отметке 15–30 м и терраса с отметкой 15 м. Голоценовая трансгрессия явилась основным рельефообразующим фактором для шельфовой зоны пролива.

Для пролива характерен спокойный рельеф. Глубины моря в направлении от суши к средней части пролива постепенно увеличиваются до 200 и более метров. Прибрежная отмель представляет собой выровненную поверхность абразионно-аккумулятивного происхождения. В пределах шельфовой части пролива на дне встречаются подводные возвышенности и впадины. В целом, дно Татарского пролива, по существу, является отрицательной трансгрессивной реликтовой формой рельефа, осложнённой локальными подводными впадинами и возвышенностями. В понижениях дна рельеф выровнен за счёт накопления морских осадков.

Геологическое строение пролива определяют образования, разнообразные по возрасту и составу. На материке наиболее развиты триасовые и меловые терригенные осадочные образования, представленные алевролитами, аргиллитами, песчаниками, песчано-глинистыми разностями, основными эффузивами и их туфами. Меловые образования прорваны разновозрастными изверженными породами гранитоидного состава, которые в сторону побережья закономерно сменяются плиоцен-раннечетвертичными вулканогенными лавовыми образованиями основного состава. Размываемый материал берегов и выносимый ручьями и речками аллювий тонким плащом перекрывает их. На побережье пос. Ильинский развиты нижнемиоценовые толщи, сменяющиеся вглубь острова палеогеновыми терригенными и верхнемеловыми вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями. Неогеновые терригенные отложения развиты в прибрежной зоне Сахалина и подстилают дно пролива. В глубокой части пролива они перекрыты плиоценовыми осадками. Плиоценовые отложения морского и континентального генезиса развиты вдоль западного побережья острова. На западном побережье Сахалина туфы и лавы основного состава появляются в верхах разреза.

Терригенные отложения четвертичной системы наиболее широко развиты в районе исследования. Они достигают максимального развития в депрессиях, долинах и руслах рек. Сложены они рыхлыми породами: песками, галечниками, суглинками, глинами и торфом. Осадки на дне залива распределяются неравномерно. Вблизи берегов Сахалина преобладают грунты из гальки с примесью ракушки, мористее располагаются илистые и песчано-илистые осадки, и у мысов – каменистый материал. На дне пролива, в прибрежных частях наиболее развиты песчанистые, реже – гравийные и алевроитовые осадки; В центральной части пролива преобладают морские алевроито-

глинистые и глинистые осадки, изредка – с рассеянным гравийно-галечным материалом, разносимым метаморфические, вулканогенные и интрузивные образования, слагающие фундамент; терригенно-вулканогенные, морские и континентальные формации платформенного чехла и мезозойско-кайнозойского складчатого комплекса.

Физико-механические параметры определялись у морских голоценовых осадков. Пески вскрыты в интервалах от 0 до 7,5 м от дна, при глубине воды – 20–60 метров. Естественная влажность песков изменяется от 14,7 % до 26,5%. Плотность грунта варьирует в пределах 2,1–1,97 г/см³, при плотности минеральных частиц – 2,65–2,74 г/см³ и плотности скелета грунта – 1,56–1,73 г/см³. Пористость песков составляет 0,42–0,36, при коэффициенте пористости 0,73–0,58.

Современные геологические процессы и явления определяют складчато-блоковые морфоструктуры, дифференцированные движения которых, продолжаются и на современном этапе с различной интенсивностью. Они оказывают существенное влияние на особенности денудации и морского осадконакопления.

В сейсмологическом плане обстановка район пролива расположен вблизи от высокоактивной сейсмической зоны Земли – Тихоокеанского огненного кольца, в пределах которой происходит подвиг тяжелой океанической литосферы под более легкую литосферу прилегающих континентов. В течение 1983–2006 гг. произошло более 14 землетрясений с магнитудой $m_b \geq 5.5$. Вся область предполагаемой прокладки кабеля расположена в 8–10-балльной зоне. Татарский пролив представляет собой тектоническую депрессию между неотектонически активизированными мезозоидами Сихотэ-Алиня и кайнозоидами о. Сахалин.

Анализ результатов исследований позволяет заключить, что прокладка продуктопровода через Татарский пролив не встречает непреодолимых трудностей. Однако безаварийная эксплуатация коммуникаций весьма затруднена, так как потребует мероприятий, предохраняющих его от землетрясений и вызываемых ими деформаций чехла рыхлых отложений, а возможно и подстилающих скальных пород.

The engineering-geological studying of Tatar Strait, coasts of continent and island Sakhalin have allowed to draw a conclusion, that, the lining linear construction through Tatar Strait does not meet insuperable difficulties. However accident-free operation of communications is rather complicated, as will demand the actions protecting it from earthquakes and caused by them of deformations of a cover of friable adjournment, and is possible and spreading rocks.

**В.В. Крупская¹, И.А. Андреева², Т.В. Зайцева³,
А.В. Нечитайло⁴, А.А. Крылов², Д.Г. Борисов⁵**

(¹Институт рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН), Москва, vi_kgu@bk.ru; ²Институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана (ВНИИОкеангеология), Санкт-Петербург; ³Институт геологии и геохронологии докембрия РАН (ИГД РАН), Санкт-Петербург; ⁴Химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва; ⁵Российский Государственный Геологоразведочный Университет, Москва)

**Условия осадконакопления на поднятии Менделеева
(Северный Ледовитый океан) в познекайнозойское время**

**V.V. Krupskaya¹, I.A. Andreeva², T.V. Zaitseva³,
A.V. Nechitaylo⁴, A.A. Krylov², D.G. Borisov⁵**

(¹Institute of Ore Deposits, Petrology, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Science (IGEM RAS); ²Institute of Geology and Mineral Resources of World Ocean (Okeangeologia), St. Petersburg; ³Institute of Geology and Geochronology of Precambrian RAS (IGP RAS), St. Petersburg; ⁴Mendeleev University of Chemical technology of Russia, Moscow; ⁵Russian State Geological Prospecting University, Moscow)

**Sedimentary environments on the Mendeleev ridge
(Arctic Ocean) during the Late Cainozoic time**

Исследование осадков Арктического бассейна привлекает внимание специалистов с точки зрения восстановления изменения климатических моделей в прошлом, настоящем и будущем. Основной целью явилось восстановление условий осадконакопления, возможных путей переноса материала и связь среды осадконакопления с климатическими режимами, существовавшими в позднекайнозойское время в Северном Ледовитом Океане. Данная работа базируется на комплексном изучении осадков, отобранных в рамках экспедиции «Арктика-2005» на поднятии Менделеева. Детальный гранулометрический анализ был произведен в лаборатории ВНИИОкеангеологии по стандартной методике. Глинистые минералы анализировались в ориентированных препаратах в воздушно-сухом состоянии и насыщенных этиленгликолем при помощи рентгеновского дифрактометра Rigaku D/MAX-2200. Соотношение глинистых минералов рассчитывались по методике, принятой в морской геологии [1], в специализированной программе MacDiff. Для автоматизации и уменьшения временных затрат на обработку полученных данных была разработана программа SediClay.

На основании детального гранулометрического анализа выделены различные горизонты осадков, характеризующихся разными гидродинамическими режимами осадконакопления – горизонты развития поверхностных течений, придонных течений и потоков низкой плотности, материал, перенесенный льдами и айсбергами. Режимы осадконакопления восстановлены по результатам анализа эмпирических полей распределения и кумулятив-

ных кривых. Результаты обработки полученных данных методом факторного анализа в модели главных компонент позволили проследить для поверхностных течений изменения в источнике поступления материала. Выделенные ковариантные группы дали возможность охарактеризовать основные источники поступления материала при формировании придонных потоков и поверхностных течений. Так, было показано, что поверхностные течения транспортировали в разные периоды материал, более обогащенный смектитом и (или) каолинитом, а придонные течения переносили, преимущественно смешанные осадки местного происхождения.

Комплексный анализ позволил выделить в разрезе периоды потепления и похолодания климата и сопоставить их с изотопно-кислородными стадиями [2]. В результате проведенных работ можно сделать вывод о многократном местном перемыве осадков, без дальнего переноса. В моменты потепления климата и изменения окислительно-восстановительных условий получили широкое развитие мутьевые потоки, прослеживаемые по гранулометрическому составу и распределению ассоциаций глинистых минералов (увеличению каолинита и смектита). Моменты похолодания проявляются по увеличению хлорита и иллита, которые поступали в осадки за счет размыва и переотложения коренных пород.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых МК-8651.2006.5 и гранта Фонда Поддержки Отечественной науки для молодых кандидатов РАН.

1. *Biscaye P.E.* Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans // *Geological Society of America Bulletin*. 1965. V. 73. № 7. P. 803–831.

2. *Krylov A.A., Andreeva I.A., Shilov V.V., Mirolubova E.S.* Quaternary sedimentary record from the Mendeleev Rise Amerasian Basin of the Arctic Ocean // *Abstracts ICAM IV / International Conference on Arctic Margins / 30 sept. – 3 oct. 2003, Nova Scotia, Canada*. P. 4.

Different types of sedimentary environments on the Mendeleev Ridge during the Late Cainozoic time were reconstructed on the base of complex investigation of lithological data, grain size analysis, clay minerals study and microfossils distributions. Integrated analysis of obtained data allowed us to distinguish the intervals formed during cooling and warming of climate and matched them with oxygen isotope stages.

Д.В. Лазуркин

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: onaimo@centurion.vniio.nw.ru)

**Основные структурно-морфологические элементы
Северного Ледовитого океана**

D.V. Lazurkin

(VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg)

**The general structural and morphological elements of Arctic
Ocean**

Анализ геолого-геофизических материалов, собранных к настоящему времени в пределах Северного Ледовитого океана (СЛО) показывает, что здесь можно выделить ряд относительно однородных структурно-морфологических элементов. Шельф расположенный в виде кольца, обрамляющего континентальную сушу. Глубоководное ядро – Арктический бассейн, состоящий из двух суббассейнов Евразийского и Амеразийского. Переходную зону между шельфом и глубоководным ядром развитую над флексуно-разломными зонами вдоль их границ. Эта зона состоит из бровки шельфа, материкового склона и его подножия, и выделяется как континентальная окраина. Глубоководные суббассейны Евразийский и Амеразийский существенно различаются.

Евразийский бассейн представлен океаническими плитами Нансена и Амундсена, которые разделены активно орогенической зоной срединно-океанического хребта Гаккеля. Характерным для бассейна является регулярное магнитное поле – отличительная черта океанического типа коры. На всем протяжении вдоль границы с шельфом, а также вдоль океанического фланга поднятия Ломоносова развита четкая бровка континентального склона, которая отделяет от шельфа серию присклоновых прогибов с мощностью чехла до 5–6 км.

Амеразийский бассейн по геофизическим материалам представлен блоками обрушающейся платформы, которая развита во всей восточной Арктике. Магнитное поле здесь имеет рисунок близкий для структур древних платформ. Бровка шельфа часто характеризуется сглаженностью, а иногда и вообще исчезает, особенно в районах эпиплатформенных поднятий Ломоносова, Менделеева, Альфа, Чукотского купола. Лишь вдоль границ с активными впадинами бровка приобретает морфологическую четкость. Предлагается выделять ее как бровку краевого склона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 07-05-00048.

It was described the basic morphological and structural elements of Arctic Ocean. Also it was specified relationships of its elements.

Д.В. Лазуркин, А.В. Павлов

(ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: onaimo@centurion.vniio.nw.ru)

**Осадочные бассейны Северного Ледовитого океана
и перспективы их нефтегазоносности**

D.V. Lazurkin, A.V. Pavlov

(VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg)

**Sedimentary basins of the Arctic Ocean and perspectives
of their oil and gas potential**

Северный Ледовитый океан (СЛО) уже давно рассматривается, в целом, как крупнейший нефтегазоносный бассейн (супербассейн). В настоящее время основные перспективы на углеводородное сырье связываются с шельфовыми окраинами океана, на которых выявлены многочисленные месторождения нефти и газа (Баренцево, Печорское и Карское моря в России, Северная Аляска в США, море Бофорта – дельта р. Маккензи в Канаде). Из российских шельфовых бассейнов, еще не изученных бурением, первостепенное значение имеют также бассейн моря Лаптевых, в котором по интерпретации сейсмических материалов нами прогнозируется Западно-Ленское месторождение, связанное с одноименным куполовидным поднятием (возможный аналог месторождения Прудо-Бей), центральная часть Восточно-Сибирского моря, где установлено Анжуйское поднятие (возможный структурный аналог Штокмановского месторождения), Северо-Карский и Северо-Чукотский бассейны.

Глубоководный Арктический бассейн является ядром СЛО, изучен еще очень слабо, но он, несомненно, также обладает значительным УВ потенциалом. Геолого-геофизическими исследованиями последних лет выяснено геологическое строение глубоководной части океана, определены типы земной коры и установлено присутствие осадочного чехла, достигающего во многих отрицательных структурах значительной мощности. Это позволило, после морфотектонического районирования, выделить здесь серию осадочных бассейнов, которые можно считать перспективными на нефть и газ, поскольку мощность выполняющих их осадков часто значительно превышает 2 км, а преобразованность пород осадочного чехла, судя по сейсмическим скоростям, соответствует всем стадиям катагенеза от ПК до АК включительно.

В глубоководной части Северного Ледовитого океана наиболее перспективными являются осадочные бассейны, которые приурочены к периокеаническим прогибам и впадинам. В Евразийском бассейне – это Восточно-Гренландский, Предбаренцево-Карский, Предломоносовский прогибы и Предлаптевская центриклинальная впадина; в Амеразийском бассейне – прогибы Восточно-Ломоносовский, Предвосточносибирский, Предаляскин-

ский, Предканадский, Предэлсмирский и впадины Подводников, Вилькицкого, Бофорта, Канадская.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 07-05-00048.

1. Грамберг И.С., Кулаков Ю.Н., Погребницкий Ю.Е., Сороков Д.С. Арктический нефтеносный супербассейн // Нефтегазоносность Мирового океана. Л.: Севморгеология, 1984. С. 5–24.

2. Грамберг И.С., Супруненко О.И., Лазуркин Д.В. Нефтегазовый потенциал Северного Ледовитого океана // Геологическое строение и геоморфология Северного Ледовитого океана в связи с проблемой внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктическом бассейне. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. С. 31–38.

3. Лазуркин Д.В. Первая карта и первый прогноз нефтегазоносности арктических акваторий России // Игорь Сергеевич Грамберг – ученый и человек. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2003. С. 512–533.

4. Лазуркин Д.В., Павлов А.В. Перспективы нефтегазоносности Восточно-Арктического шельфа России (моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское // Геология и полезные ископаемые шельфа России. М.: ГЕОС, 2002. С. 84–93.

5. Лазуркин Д.В. Карта перспектив нефтегазоносности морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского масштаба 1: 5 000 000. Атлас. Геология и полезные ископаемые шельфов России. М.: Научный мир, 2004.

6. Лазуркин Д.В., Павлов А.В. Осадочные бассейны глубоководной части Северного Ледовитого океана и перспективы их нефтегазоносности // ДАН, 2005. Т. 401. №3. С. 362–365.

7. Лазуркин Д.В. Нефтегазогеологическое районирование арктического шельфа России // Геология морей и океанов. Тез. докл. XVI Международной научной школы по морской геологии. Т. 1. М., 2005. С. 132–133.

8. Хаин В.Е., Полякова И.Д. Шельфово-склоновые бассейны и их возможная нефтегазоносность в Восточной Арктике // Материалы Международной научно-технической конференции «Нефть, газ Арктики». М.: Интерконтакт Наука, 2007. С. 50–57.

9. Лазуркин Д.В., Павлов А.В. Определение степени катагенеза пород осадочного чехла по сейсмическим данным // ДАН. Т. 381. №2. 2001. С. 228–229.

The Arctic Ocean is one of the largest hydrocarbon superbasin. It includes extensive shelves on which some oil-gas basins have been discovered, and a deep-water central part where have been identified some areas with a considerable sediment cover. Along the boundaries of the shelves and the deepwater center are identified some depressions filled with prograding sediments of big thickness.

**М.А. Левитан¹, О.В. Левченко², И.О. Мурдмаа²,
В.И. Пересыпкин², И.А. Рощина¹, А.В. Толмачева¹**

(¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва;
e-mail: levitan@geokhi.ru; ²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва)

**История осадконакопления в Ис-фьорде
(Западный Шпицберген)**

**M.A. Levitan¹, O.V. Levchenko², I.O. Murdmaa²,
V.I. Peresypkin², I.A. Roshchina¹, A.V. Tolmacheva¹**

(¹V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, Moscow;
²P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow)

Sedimentation history of Is-fjorden (Western Spitsbergen)

Под фьордами понимаются узкие (1–30 км), длинные (20–300 км) и глубокие (до 1500 м) заливы (эстуарии) со скалистыми берегами и крутыми (10–30°) подводными склонами. Для них типично существование или одного (в районе устья), или нескольких подводных порогов, разделяющих дно фьорда на ряд внутренних бассейнов. Фьорды представляют собой специфическую форму взаимодействия континентов и океанов в горных районах полярной зоны Земли. Эти незрелые и неустойчивые системы эстуариев сформировались в результате общего отступления ледников и флюктуаций уровня Мирового океана, происшедших после максимума последнего оледенения (18 кал. тыс. лет назад). Поэтому для них типичны очень высокие скорости седиментации: от 0,1 до 9000 мм/год (в среднем 10 мм/год), в результате чего общий объем осадочного выполнения фьордов составляет до 24 % от объема осадков морей и океанов, накопившихся за последние 100 тыс. лет.

В ходе 63-го рейса НИС «Профессор Штокман» в 2004 г. авторам удалось поднять две колонки донных осадков в самом крупном фьорде Западного Шпицбергена – Ис-фьорде. Одна колонка (ПШ 5150) была приурочена к устью фьорда, а вторая (ПШ 5151) располагалась в его центральной части. Места расположения колонок были выбраны по данным высокоразрешающего сейсмопрофилирования прибором “SES-2000”. На борту судна колонки были описаны, сфотографированы и в них в непрерывном режиме измерена влажность сверхвысокочастотным влагомером.

В береговых лабораториях был выполнен гранулометрический анализ песчано-гравийных фракций, изучен состав комплексов тяжелых минералов во фракции 63–125 мкм, проведен анализ распределения CaCO₃ и Сорг, исследованы n-алканы, изучено поведение большого комплекса макро- и микроэлементов рентгено-флуоресцентным анализом. Возрастные модели для обеих колонок составлены, главным образом, путем корреляции с опубликованными данными по хорошо изученным в геохронометрическом отношении колонкам донных осадков, расположенным поблизости.

Ис-фьорд приурочен к сбросу субширотного простирания с опущенным южным крылом, который образовался после эоцена в неотектоническую стадию развития Шпицбергена. Формирование самого фьорда связано со ступенчатой ледниковой континентальной экзарацией во время максимума последнего оледенения. Моренные комплексы последнего выполняют нижнюю часть осадочного покрова фьорда. Верхняя его часть представлена стратифицированным комплексом, состоящим из отложений дегляциации, двухстадийной морской морены верхнего дриаса и голоцена. Вероятно, впервые море проникло в Ис-фьорд во время дегляциации. Обе изученные колонки в забое вскрыли верхний дриас, причем в кол. ПШ 5150 описан полный его разрез, плавно переходящий в голоцен, а в кол. ПШ 5151 присутствуют только низы верхнего дриаса, а голоцен залегает с перерывом, приходящимся на верхи позднего дриаса. Интересно, что данные по биомаркерам демонстрируют чисто сапропелевую природу органического вещества в заполнителе верхнего дриаса в кол. ПШ 5151.

Литологические, минералогические и геохимические материалы свидетельствуют о чередовании в голоцене условий потепления (пребореал, голоценовый оптимум, современное потепление) и похолодания (бореал – «событие 8,2 тыс. лет», неогляциация). Во время потеплений усиливалось проникновение во фьорд атлантических вод и происходило отступление горных ледников. При похолоданиях адвекция атлантических вод заметно уменьшалась, во внутренней части фьорда устанавливался круглогодичный ледовый покров, ледники наступали вплоть до формирования выводных разновидностей и даже образования айсбергов в устьевой части в конце неогляциации. Кстати, именно с неогляциацией связано появление терригенного органического вещества в кол. ПШ 5151 и формирование здесь слабого сейсмического рефлектора.

Осадочное вещество обеих колонок заметно отличается по своему составу. Если для осадков устьевой части логично предположить повышенную роль продуктов эрозии мезозойских отложений, то для отложений центральной части фьорда большую роль играют в качестве питающей провинции палеозойские осадочные комплексы. В целом необходимо отметить весьма пестрый набор питающих провинций для всего фьорда.

Как правило, скорости седиментации синхроничных горизонтов во внутренней части фьорда выше, чем в его устьевой части. Нельзя не отметить очень большие скорости седиментации для времени последнего глобального потепления (после «малого ледникового периода»). В то время как история скоростей седиментации (в плане следования изменениям климата) для голоцена устьевой части следует описанным ранее нами закономерностям для Норвежско-Гренландского бассейна, в центральной части фьорда наблюдаются противоположные тренды, что связано с иным характером ледового режима.

During 63-th cruise of RV “Professor Shtockman” (2004) we retrieved 2 sediment cores in Is-fjorden (Western Spitsbergen). PSh 5150 is located in the mouth part, while PSh 5151 – in the middle part of the fjord. Both sediment cores have been stopped in the Young Dryas sediments. Geophysical, sedimentological, mineralogical, and geochemical data allowed to reveal a specific sedimentation features for both sediment cores related to advection history of Atlantic Water and paleoglacial evolution of Western Spitsbergen.

М.А. Левитан, И.А. Рощина, А.В. Толмачева

(Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва,
e-mail: levitan@geokhi.ru)

**История формирования осадочного хребта Уэдделла
(море Уэдделла) в течение последних 19 тыс. лет**

M.A. Levitan, I.A. Roshchina, A.V. Tolmacheva

(V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, Moscow)

**Formation history of sediment ridge Weddell (the Weddell Sea)
during the last 19 ka**

На восточном континентальном склоне моря Уэдделла расположен осадочный хребет Уэдделла северо-восточного простирания. Он достигает примерно 300 км в длину, около 100 км в ширину и порядка 2 км в высоту. На поверхности дна хребет представлен тремя намывными валами и двумя разделяющими их каналами. Система этих форм вытянута вдоль простирания. Возраст и условия формирования хребта, а также происхождение слагающих осадков до сих пор остаются предметом дискуссии, в частности, неизвестна питающая провинция для контуритов, слагающих большую часть объема хребта.

В современную эпоху исследуемый район характеризуется сезонным ледовым режимом, с основным периодом таяния морского льда и создания айсбергов с октября по январь. Все водные массы от поверхности до дна перемещаются течениями с северо-востока на юго-запад. Предположительно возраст начала формирования хребта – от позднего миоцена до раннего плиоцена. Поверхностные осадки представлены гемипелагитами.

В рамках сотрудничества по программе Международного Полярного Года наши коллеги из Института полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (Бремерхафен, Германия) Р. Герзонде и Г. Кюн передали для изучения 48 образцов донных осадков из колонки PS1599 (длина изученного керна 404 см), полученной на хребте Уэдделла. Результаты литологических исследований и радиоуглеродные датировки взяты из литературы. Нами проведены рентгено-флуоресцентные анализы полученных проб (без отмывки от морских солей) на спектрометре со сканирующим каналом Axios Advanced фирмы PANalytical (Нидерланды). В градуировке спектрометра на 10 породообразующих компонентов (оксидов Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe), а также микроэлементов (S, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Pb) были использованы 36 стандартных образцов состава.

Для создания возрастной модели были учтены не только радиоуглеродные датировки, но и литолого-геохимические критерии выделения верхнего

дриаса, оптимума голоцена, неогляциации, которым по литературным данным были приписаны определенные возрастные границы.

В колонке выделена верхняя пачка (0–162 см), сложенная гемипелагитами верхнего дриаса-голоцена и вмещающая два прослоя айсбергитов, и нижняя пачка, сложенная контуритами и вмещающая несколько прослоев турбидитов. Ее возраст соответствует 19–11,5 тыс. радиоуглеродных лет. Геохимический анализ выявил совершенно различные питающие провинции исследованных генетических типов морских отложений. Так, гемипелагиты состоят на 90% из продуктов эрозии юрских траппов и на 10% из материала докембрийских кварцитов серии Бикон, т.е. вещества восточной рифтогенной окраины моря Уэдделла и фундамента Восточно-Антарктической платформы. В составе контуритов смешано примерно в равной пропорции вещество эрозии осадочной западной рифтогенной окраины моря Уэдделла и юрских траппов. Осадочный материал айсбергитов и турбидитов обладает весьма специфическими особенностями, различными для каждого из генетических типов. Существует единственная возможность интерпретации полученных данных – предположение о том, что контурные течения в конце плейстоцена перемещались в район исследования с юго-запада на северо-восток, т.е. в направлении, противоположном современным придонным течениям. Это предположение полностью соответствует литературным данным о противоположности характера атмосферной циркуляции в Южном океане в конце плейстоцена и в голоцене.

В соответствии с построенной возрастной моделью, скорость седиментации контуритов изменилась в период от 19,2 до 11,5 тыс. радиоуглеродных лет от 125 см / тыс. лет во время максимума последнего оледенения до первых десятков см / тыс. лет во время дегляциации. В голоцене скорости осадконакопления гемипелагитов колебались от 10 до 17 см / тыс. лет. В позднем дриасе появление большого числа айсбергов и их усиленное таяние привели к усилению стратификации водной толщи и сильному ослаблению термохалинной циркуляции в целом. На этом фоне произошло радикальное изменение схемы циркуляции: прекратилось существование контурного течения и активно «заработали» потоки холодных рассолов в связи со сменой постоянного морского ледового режима на сезонный.

Sedimentation history of Weddell Ridge for the last 19 ka has been studied using sedimentological and geochemical proxies. We managed to reveal that dramatic change in thermohaline circulation and ice regime took place in the Young Drias.

М.В. Митяев, М.В. Герасимова

(Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
e-mail: mmbi@mmbi.info)

**Скорость абразии грубообломочного материала
на литорали Мурманского побережья**

M.V. Mityaev, M.V. Gerasimova

(Murmansk marine biological institute KNC Russian Academy of Science, Murmansk)

**The velocity of the coarse size material abrasion
on the Murmansk littoral zone**

Скорость абразии Мурманского побережья Кольского полуострова всеми исследователями признается очень медленной. Впервые скорость абразии Мурманского побережья оценил В.П. Зенкович. Единственные на Мурманском побережье экспериментальные работы по изучению абразии глыбового материала были проведены Г.А. Тарасовым. Таким образом, цель экспериментальных работ – уточнить скорость абразии грубообломочного материала на литорали Мурманского побережья.

Для проведения экспериментальных работ было выбрано две глыбы и один валун одного петрографического состава (микроклиновые граниты), но разной формы. Выбор микроклиновых гранитов обусловлен тем, что они более чем на 90% формируют Мурманское побережье. Глыбы и валун имеют приблизительно одинаковый размер длиной оси (185–220 мм). Валун хорошо окатан (4 класс), имеет эллипсоидальную форму. Площадь поверхности валуна 0,125 м², вес 11,91 кг. Обе глыбы не окатаны (0 класс). Первая глыба кубической формы, с суммарной площадью граней 0,150 м², массой – 14,61 кг. Вторая – плитчатой формы, с суммарной площадью граней 0,112 м², массой – 8,64 кг.

Общая продолжительность эксперимента составила 725 дней. Первый период исследований составил 354 дня (с 15 июля 2004 г. по 4 июля 2005 г.), второй – 371 день (с 4 июля 2005 г. по 20 июля 2006 г.)

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРИОДА ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее интенсивно на скорость абразии влияет ветровой режим, который определяет продолжительность и интенсивность волнового воздействия.

Два периода исследований сильно различаются по метеорологическим показателям. Оба периода относятся к теплым годам, но первый был более холодный и ветреный. Преобладающее направление ветров сохранялось как в первом, так и во втором периоде эксперимента. Особенно сильные различия наблюдались в количестве штормовых и штилевых дней, так в первый период количество штилевых дней было в полтора раза меньше, а штормовых в 1,3 раза больше чем во второй, продолжительность штормов состав-

ляла от 3 до 7 суток. Таким образом, первый период исследований был более сухой, холодный, ветреный и пасмурный, чем второй.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА

Бухта Оскара расположена в западной части губы Дальнезеленецкой. В геоморфологическом отношении представляет собой мелководную блюдцеобразную котловину с максимальной глубиной моря 20 м. С западной и юго-западной стороны бухты литораль широкая песчано-галечная, выработанная в морской голоценовой террасе. В южной и северо-западной части бухты песчано-галечная литоральная фация сменяется валунно-галечной, ширина литорали сокращается до 5–20 м. В верхней сублиторальной зоне с глубинами менее 10 м распространены алевроито-песчаные отложения с незначительным количеством донно-каменного материала. На внешней границе верхней сублиторальной зоны происходит трансформация волн, в результате чего значительное количество частиц песчаной и алевроитовой размерности переходят во взвешенное состояние и интенсивно бомбардируют крупнообломочный материал и выходы коренных пород на литорале.

Ветвь вдольберегового течения заходит бухту Оскара с севера через пролив между полуостровом Ярнышный и островом Немецкий. Совершая циклоническое перенос водной массы внутри бухты течение, выходит через тот же самый пролив. Вдольбереговое течение поддерживает в бухте морскую соленость и создает условия, когда в водной толще формирование стратифицированных горизонтов затруднено. Незначительное и крайне кратковременное опреснение поверхностных вод происходит весной и осенью, в пик таяния снегового покрова и максимума атмосферных осадков соответственно. Экспериментальная площадка была выбрана на южном борту бухты Оскара открытом для прямого воздействия ветров северного, северо-восточного и восточного направления.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Уменьшение веса глыб в первый год исследования составила 0,4%, во второй – 0,1% от исходного веса, вес хорошо окатанного валуна не изменился ни в первый, ни во второй год исследований.

Таким образом, скорость абразионного истирания поверхности глыбового материала в первый период исследования составила: глыбы кубической формы – 0,15 мм/год, глыбы плитчатой формы – 0,13 мм/год. Во второй период исследований: глыбы кубической формы – 0,05 мм/год, глыбы плитчатой формы – 0,03 мм/год. Уменьшение скорости абразионного истирания глыбового материала во второй период исследований, в первую очередь, связано с метеорологическими условиями (более теплые условия с уменьшением средней скорости ветра, продолжительности и количества штормов). Вероятно, второй причиной уменьшения скорости истирания глыбового ма-

териала является увеличение класса окатанности глыб, когда основные угловатости ребер были уничтожены в первый период исследования. Зависимость скорости истирания обломочного материала от формы частиц хорошо описана в литературе.

Несмотря на то, что в ходе экспериментальных работ не было выявлено изменение массы валуна, вряд ли, можно считать скорость истирания хорошо окатанных валунов нулевой, но их разрушение протекает несравнимо медленней, чем у неокатанного материала.

Взяв за основу полученные данные, нами рассчитано количество осадочного вещества поступающего в море в результате абразии угловатого крупнообломочного материала. Так средняя скорость истирания угловатого крупнообломочного материала гранитоидного состава (вероятно, и скальных выходов коренных пород) достаточно высока, хотя и не превышает 150 мкм в год. На Мурманском побережье количество такого материала в литоральной зоне не превышает 1–3%, тогда, с одного погонного километра литоральной зоны (при средней ширине 30–50 м) в море может поступать не более трех тонн осадочного вещества в год или менее 0,1 кг с одного квадратного метра литорали в год (по данным Г.А. Тарасова – 2,5 кг с одного квадратного метра литорали в год). Следовательно, абразия угловатого крупнообломочного материала не является основным процессом, поставляющим осадочное вещество в Баренцево море. Исходя из этого, можно предположить что, несмотря на медленную скорость абразии валунного материала, по-видимому, не более 1–5 мкм/год, он может быть одним из основных источников осадочного вещества в Баренцево море, за счет своего количества. Хорошо окатанный валунно-галечный материал в литоральной зоне Мурманского побережья занимает более 60% от общей площади литорали и его количество оценивается в 20–30 млрд тонн.

The average velocity of the abrasion of angular coarse size granitoid material on Murmansk coast is not more then 150 mkm a year. Sedimentary supply from one running kilometer of the littoral zone to the sea does not exceed 3 tons a year. It is supposed, that boulder-rock abrasion is one of the main sources of sediments in the Barents Sea, though the boulder abrasion rate is very low, not more then 1–5 mkm per year.

А.А. Пейве, Н.П. Чамов

(Геологический институт РАН, Москва, e-mail: apeyve@yandex.ru)

**Основные черты неотектоники хребта Книповича
(Северная Атлантика)**

A.A. Peyve, N.P. Chamov

(Geological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Main features of neotectonic stage of Knipovich ridge
(North Atlantic)**

Норвежско-Гренландский бассейн, в северо-восточной части которого расположен хребет Книповича, характеризуется изометричными магнитными аномалиями, диффузным внедрением магмы, дроблением ранее существовавшей коры из-за значительного сдвигового смещения и косо-спрединга.

Современная кинематика севера хребта Книповича определяется правосдвиговыми движениями по разломной зоне Моллой (315°). На данную систему напряжений накладывается система, связанная с рифтингом и широтным раскрытием рифтовых структур собственно хребта Книповича, возникшая в этом районе около 5 млн лет. Поле напряжений, обусловленное региональным правым сдвигом, реализуется в появлении многочисленных косых структур (сбросов и сбросо-сдвигов) северо-восточного простирания, расчленяющих на сегменты различного размера структуры рифтовой долины и ее бортов. Их простирание ($20\text{--}30^\circ$) соответствует системе вторичных антитетических левых сдвигов. Движения по ним, в совокупности с широтным растяжением в рифтовой долине, приводят к формированию системы косых впадин, ограниченных сбросами и сбросо-сдвигами и разделяющих их структуры сжатия в виде линейных хребтов, косо пересекающих рифтовую долину, с взбросовыми структурами. Севернее 78° с.ш. признаков вулканизма не отмечено. Южнее, базальты слагают рифтовую долину и ее борта наряду с палеогеновыми литифицированными осадочными породами (песчаниками, алевролитами и аргиллитами) с уменьшением процентного содержания последних к югу. Можно заключить, что северная часть хребта Книповича в настоящее время находится на стадии рифтинга утоненной континентальной коры с локальным развитием океанического толеитового вулканизма.

Особый интерес представляет система впадин, расположенная в 40 км к западу от оси рифтовой долины. Их ширина составляет 10–15 км. С юга до $78^\circ 05'$ с.ш. это меридиональные структуры. Далее впадины заворачивают к северо-западу, приобретая простирание около 315° , характерное для структур регионального сдвига. Данные впадины можно считать палео-рифтовой зоной. Исходя из этих представлений поднятия Ховгард и Горыныч представляют собой структуры западного борта палео-рифта, а структуры поднятия Богатырь – северного ограничения палео-рифтовой зоны. Достаточно

сложно оценить время перескока оси спрединга так как в этом районе спрединг находится в зачаточной стадии развития. Скачкообразное перемещение оси рифтовой долины к востоку в современное положение произошло, вероятно, около 2 млн лет назад.

Как в молодых, так и в древних структурах отмечаются молодые движения, фиксируемые по подвороту верхних горизонтов осадков в основании склонов и по появлению линз делювиальных отложений. Наличие последних свидетельствует о дискретном проявлении пиков тектонической активности. В пределах проникающей способности профилографа (до 100 м) фиксируется 2–4 таких этапа, разделенных спокойным накоплением тонкослоистых осадков. Продолжительность спокойных этапов составляла 50–60 тыс. лет. Тектонически активные этапы, по всей видимости, имели очень короткую в геологическом отношении протяженность. Молодые и современные движения проявляются даже в пределах самых удаленных от оси рифтовой долины структурах, хотя развиты крайне неравномерно.

По времени формирования можно выделить несколько этапов тектонических движений. Первый этап (ранее 500 тыс. лет) связан с формированием преимущественно сбросов, которые запечатаны выделяемыми нами нижней и верхней осадочными толщами. Второй этап (ранее 120–100 тыс. лет) характеризуется развитием сбросов и взбросов, которые нарушают нижнюю толщу и запечатаны верхней. На этом этапе тектоническая активность фиксируется по появлению линзовидных горизонтов оползневых отложений, как правило, образующихся в результате тектонических подвижек. Общая мощность таких отложений прямо пропорциональна тектонической активности. Такие горизонты имеются как в нижней толще, так и на границе нижней и верхней толщ, причем мощность линзовидных горизонтов уменьшается вверх по разрезу, свидетельствуя о затухании тектонических движений. Отмечается до четырех таких этапов в видимой части нижней толщи. Активные тектонические движения имеют место и на современном этапе. Это многочисленные молодые сбросы и реже взбросы различной амплитуды (от 1 метра до десятков и возможно сотен метров), рассекающие все, включая самые молодые отложения.

Современные процессы сжатия и растяжения имеют место как в пределах рифтовой долины Книповича, так и далеко на запад, подновляя более древние структуры с такими же простираниями. Большинство новейших структур сжатия фиксируется в осадках вблизи подножий поднятий, что свидетельствует о том, что последние продолжают расти.

Basalts composing heights to the west of Knipovich rift valley can characterize initial stage of extension between Greenland and Spitsbergen with formation of diffuse spreading structures. In the beginning of Miocene basic stretching zone has been localized within a modern Knipovich ridge. Absence of magmatic material to the north of 77°54' N probably testify about amagmatic stage of the most northern ridge segment.

Б.В. Сенин¹, М.И. Леончик¹, Е.А. Игнатенко¹, Т.Б. Сенин²

(¹ОАО «Союзморгео», Геленджик, e-mail: smg@gelon.ru;

²ОАО «Севернефтегаз», Москва, e-mail: TSenin@severneftegas.ru)

**Сейсмо-геологические критерии нефтеносности разреза
восточной части Баренцева моря**

B.V. Senin¹, M.I. Leonchik¹, E.A. Ignatenko¹; T.B. Senin²

(¹JSC Soyuzmorgeo, Gelendzhik; ²JSC Severneftegas, Moscow)

**Seismogeological Criteria of Oil Presence in the East Barents
Sea**

На основании анализа частично переобработанных и доинтерпретированных сейсмических данных, литологии, геологической истории были сделаны или подтверждены существовавшие ранее выводы об особенностях строения и развития бассейнов региона.

Основу структуры восточной части Баренцева моря образует Восточно-Баренцевский трог с Южно- и Северо-Баренцевской впадинами, мощным (до 18–22 км) осадочным чехлом, включающим отложения от рифея-палеозоя до верхнего мела и наличием «базальтовых окон» в структуре земной коры. По этим и некоторым другим структурно-геологическим и седиментационным характеристикам эти бассейны стоят в одном ряду с Прикаспийской и Южно-Каспийской впадинами. На это указывает, в частности, такая особенность, как наличие в осадочном чехле доминирующей толщи с внутриформационными дислокациями, в данном случае пермско-триасового возраста, на долю которой приходится в среднем около 1/3 (а иногда – половина) всей мощности осадочного чехла.

По сейсмическим и буровым данным на участках некоторых поднятий в бортовых зонах Восточно-Баренцевского трога, в девон-пермской и раннемезозойской частях разреза обнаруживаются признаки развития крупных биогермных объектов, а так же косо-, волнисто- и линзовидно-слоистых образований руслового, дельтового, склонового и иного генезиса, сходных с теми, которые известны, например, в бортовых зонах Предуральяского прогиба и Прикаспийской впадины.

Так в отложениях *верхнедевонского–нижнепермского* возраста на Кольской и Мурманской моноклиналях, Коргинской и Куренцовской ступенях, Предновоземельском форланде картируются рифогенные тела типа карбонатных банок. Появление в рассматриваемом разрезе органогенных построек согласуется с результатами палеоседиментационных реконструкций, согласно которым карбонатные банки могут быть приурочены к ступеням, маркирующим зоны перехода от внутреннего шельфа к внешнему, а также – к другим ступеням и террасам древнего континентального шельфа. Можно предположить, что банки являются элементами барьерного рифа в этой зо-

не. Учитывая возможные размеры предполагаемых банок (площадь более 100–200 кв. км, мощность до 500–800 м) и иногда доступные для бурения глубины (4,0–5,0 км), они могут представлять значительный интерес, как ловушки УВ, в первую очередь нефти.

В составе *верхнепермских* отложений поисковый интерес представляют песчаные тела, связанные с конусами выноса и дельтовыми образованиям Южного Приновоземелья, Куренцовской ступени и Кольской моноклинали. Однако в районе последней, возможно, существует проблема покрышек (точнее, их отсутствия или неполного развития в связи с отсутствием седиментации, размывом или тектоническим разрушением соответствующих отложений).

В *средне-верхнетриасовых* отложениях развиты наземные и подводные долинные и приустьевые комплексы, формирующие мощные дельтовые и авандельтовые тела. Их образование происходило в условиях быстро чередующихся обстановок глубоких шельфовых ложбин, прибрежного мелководья и низкой периодически затопляемой суши. Одно из таких образований (палеодолина), определяется в районе Кольской и Мурманской моноклиналей.

Волновая картина в отложениях *среднего и верхнего триаса* отображает развитие пластовых интрузий (траппов) и созданных ими внутриформационных деформаций. В результате последних могли образоваться антиклинальные и линзовидные ловушки, запечатанные внутри трапповой формации.

В толще битуминозных *верхнеюрских* отложений по сейсмическим данным предполагается наличие песчаных ловушек, образованных турбидитами. Возможный генетический аналог рассматриваемого комплекса был встречен на акватории Норвежского моря на месторождениях Тампен, Статфьорд и Магнус. На месторождении Магнус были вскрыты нефтеносные верхнеюрские пески и песчаники, турбидитного генезиса, отнесенные к оксфордскому и волжскому ярусам.

Область развития предполагаемых турбидитов в Южно-Баренцевской впадине оказалась фактически не вскрытой бурением, хотя в разрезе верхней юры на Арктической структуре в пределах этой области по плоскостям напластования кимеридж-оксфордских аргиллитов была обнаружена капельножидкая нефть.

Выявляемые в юрско-палеозойской толще Восточно-Баренцевского трога перспективные объекты обычно перекрыты глинистыми отложениями разных отделов перми, триаса или юры и в ряде случаев могут служить хорошими ловушками УВ.

Для сравнения отметим, что нефтепродуктивность осадочных образований в синхронных комплексах разреза, развитых в западной и северной бортовых зонах Прикаспийской впадины, сходной с рассматриваемым трогом по структуре, является доказанной.

Не менее интересна в поисковом отношении, но недостаточно хорошо изучена система Приновоземельских дислокаций. Она включает серии линейных и изометричных складок в верхнепалеозойских и триасовых отложениях, развитых вдоль западного фронта Новоземельского орогена (Предновоземельский форланд и прогиб Седова) и расположенную западнее зону крупных поднятий Адмиралтейского вала и мыса Желания. В области развития таких складок на западе Предновоземельского форланда отмечается своеобразный тип бескорневых, предположительно диапировых или криптодиапировых структур, связанных с течением пластичных глин перми и триаса.

Определенный интерес в данном районе представляют песчаные тела в зонах выклинивания верхнетриасовых-нижнеюрских отложений под региональную глинистую верхнеюрскую покрывку в районах прогиба Седова, Дмитриевского вала, южной части Адмиралтейского вала, Предновоземельского форланда. Необходимо отметить, что в отдельных пробах шлама, полученных из песчаных тел в нижнеюрских отложениях (Мурманская площадь), был отмечен запах нефти, а в пробах бурового раствора из интервала развития этих пород в разрезе – до 10% сырой нефти. Это может служить дополнительным косвенным свидетельством перспективности этих отложений.

Особый интерес к системе Приновоземельских дислокаций обусловлен и тем, что синхронные указанным или более древние (от силура до карбона) отложения, выходящие на поверхность в обнажениях фронтальной зоны Новоземельского орогена, как отмечается в публикациях, богаты органическим веществом и содержат более 20 нефте- и битумопроявлений на Северном и Южном островах архипелага.

Имеется и дополнительный аргумент в пользу высокой нефтеперспективности указанной системы дислокаций. Он состоит в том, что принципиальные соотношения структурных элементов и комплексов разреза в Приновоземелье аналогичны тем, которые наблюдаются в высокопродуктивных, в том числе нефтеносных зонах складчатых бортов краевых (передовых) прогибов – Предуральского, Западно- и Восточно-Предкавказских, Предкарпатского, Предзагросского и других, расположенных на границах платформ и складчато-орогенных областей.

Special features of Paleozoic and Mesozoic deposits in the East Barents Trough and near the Novaja Zemlja Archipelago are considered basing on analysis of seismic, deep-drilling and other geological and geophysical data, which indicate presence of conditions favorable for forming of large hydrocarbon accumulations, including oil ones.

Г.А. Тарасов

(Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск,
e-mail: tarasov@mmbi.info)

Особенности геологической эволюции шельфа Баренцева моря в позднем кайнозое

G.A. Tarasov

(Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, e-mail: tarasov@mmbi.info)

The peculiarities of the Barents Sea shelf geological evolution at Late Cainozoic

В геологической летописи позднего кайнозоя баренцевоморского шельфа можно выделить три основных этапа.

1. Дочетвертичный период. Стабильные условия шельфа, особенно на севере, сменились эпохой тектонических беспокойств, вызванных продолжающимися тектоническими деформациями с образованием складок и разломов на Западном Шпицбергене, как результат спрединга океанического дна Гренландского бассейна. Северные области шельфа испытали поднятие и развивались в условиях суши и мелководного моря. К началу четвертичного времени в результате продолжающихся тектонических движений и эрозионных процессов были удалены осадочные накопления послемелового возраста. Одновременно подвергались разрушению и коренные породы мезозоя. Следы эрозионного воздействия четко просматриваются в рельефе поверхности кровли коренных пород. Продукты эрозионного разрушения пород дочетвертичных формирований были перенесены за пределы шельфа.

2. Четвертичный этап. Наблюдается резкое похолодание климата. Значительные площади шельфа в раннем плейстоцене были приподняты на несколько сот метров. В течение последних 2 млн лет шельф испытывает неоднократное оледенение и межледниковье. Эти климатические факторы вызывают компенсационные неотектонические движения – прогибание и подъем дна Баренцева моря. Широко распространены маломощные толщи рыхлых образований (до 10 м) ледникового комплекса, плащеобразно облегающие формы рельефа дочетвертичной поверхности. Формирование основного массива новейших отложений имеет ледниково-перигляциально-морское происхождение. Максимальные мощности рыхлых отложений (до 100–150 м, а локально до 200 м) распространены в юго-восточной части Баренцева моря, где они вскрыты скважинами морского бурения и получены в ходе сейсмоакустического профилирования.

3. Голоценовый этап. В последние 10 000 лет баренцевоморский шельф развивается в условиях морского бассейна. Преобразование рельефа и процессы современного осадконакопления протекают под воздействием гидродинамических факторов и в условиях морского перигляциала.

Г.С. Харин

(Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Калининград, e-mail: ioran@atlas.baltnet.ru)

Проходил ли хребет Ломоносова над Сибирским плюмом?

G.S. Kharin

(Atlantic Branch of P.P.Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad)

Did the Lomonosov Ridge travel throw the Siberian Plume?

Магматические проявления, связанные с Сибирским плюмом, охватили в пермо-триасе обширные территории Северо-Азиатского кратона. Массовые проявления магматизма наблюдались на границе перми и триаса (250–248 млн лет) на Сибирской платформе и Западно-Сибирской плите. Отсюда след плюма в виде мощных скоплений более молодых вулканитов прослеживается на Карском и Баренцевоморском шельфе. В Южно-Карской впадине, представляющей собой прямое продолжение Западно-Сибирской плиты [1], и притаймырском регионе Карского моря, изученные нами образцы плюмовых базальтов имеют возраст 209–218 млн лет [4]. На островах Земли Франца Иосифа возраст базальтоидов колеблется в диапазоне от пермо-триаса до палеогена, что может быть связано с продолжительным воздействием Сибирского плюма, так и с преобразованностью базальтоидов. Наиболее достоверным является позднеюрский–раннемеловой возраст плюмовых вулканитов Земли Франца Иосифа. Следующий обширный ареал накопления плюмовых вулканитов находится западнее. Он занимает острова Земли Короля Карла, плато Ермака и плато Моррис Джужеп. Последнее, до образования спредингового срединно-океанического хребта Гаккеля, составляло единую морфоструктуру с плато Ермака. Возраст ее, очевидно, близок к возрасту вулканитов Земли Короля Карла, определяемый в диапазоне 130–90 млн лет. Примерно, такой же возраст имеют и вулканиты островов Канадской Арктики (о. Элсмир и др.) и хребет Альфа. Следует отметить, что формирование вулканитов этих регионов ряд исследователей [3, 5] связывают с деятельностью Исландского плюма. Но, учитывая, что в то время (ранний мел – начало позднего мела) Северная Америка и Евразия представляли собой единый континент Лавразию, то здесь как бы соединялись следы двух плюмов – Сибирского и Исландского, а по существу это был след одного и того же плюма Сибирского (Исландского). Доказательством этому служат не только указанные выше возрастные и географические маркеры, но и данные петрохимии, геохимии, изотопии [2, 3, 4]. Безусловно, некоторые отличия вулканитов разных регионов и возрастов существуют, но они объясняются изменяющимися Р-Т и другими условиями выплавления и кристаллизации плюмовой магмы.

Хребет Ломоносова, как и хребет Альфа и Менделеева, в то время примыкал к континентальному склону современных арктических морей России.

Тогда еще не существовало разделяющих их океанических структур (впадин Макарова, Амундсена, Нансена, хребта Гаккеля). След Сибирского плюма, проектирующийся на движущиеся над ним литосферные плиты, как было показано выше, прослеживается с востока на запад, т.к. почти параллельно хребту Ломоносова, расстояние до которого не превышало первых сотен километров. Континентальный рифтинг и магматизм, связанные с Сибирским плюмом, широко проявившийся на Западно-Сибирской плите, Карском и Баренцевоморском шельфах, не могли не затронуть и хребет Ломоносова. Сюда, очевидно, должны были проследиваться субмеридиональные прогибы с Баренцевоморского и Карского шельфов, заполненные мощной толщей мезозойских осадков, в том числе и вулканокластических. Здесь должны быть развиты покровы и силы базальтоидов позднеюрского и раннемелового возраста. Характерно, что такие базальтоиды, по геохимическим признакам связанные с Исландским (Сибирским) плюмом, развиты в непосредственной близости от хребта Ломоносова на плато Морриз Джекзуп [2, 3, 5].

В заключение следует отметить, что доказательства о принадлежности хребта Ломоносова к сибирской континентальной окраине должны строиться на комплексе признаков, в составе которых важное значение имеют продукты магматизма Сибирского плюма.

Работа поддержана РФФИ (грант 06-05-64149).

1. *Богданов Н.А.* Тектоника Арктического бассейна // Геотектоника. 2004. № 3. С. 13–30.

2. *Чернышева Е.А., Харин Г.С., Столбов Н.М.* Базальтовый магматизм арктических морей, связанный с деятельностью Исландского плюма в мезозое // Петрология. 2005. Т. 13. № 3. С. 319–336.

3. *Харин Г.С.* Импульсы магматизма Исландского плюма // Петрология. 2000. Т. 8. № 2. С. 115–130.

4. *Харин Г.С., Чернышева Е.А., Ерошенко Д.В.* Исландский плюм и вулканизм арктических морей // Екатеринбург. РАН. Вулканизм и геодинамика. 2003. С. 220–225.

5. *Forsyth D.A., Morel P., Asuden I., Green A.G.* Alpha Ridge and Iceland products of some plume? // Journal of Geodynamics. 1986. 6. P. 197–214.

The Lomonosov Ridge now is separated from Siberian by oceanic morphostructures, but in Mesozoic it was the borderland of the Barenz-Kara shelf. In that time the Siberian Plume magmatism and continental rifting spread all this the shelf. It is possible the similar events had take place on Lomonosov Ridge also.

Г.С. Харин, Д.В. Ерошенко

(Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Калининград, e-mail: ioran@atlas.baltnet.ru)

**История взрывчатого магматизма Исландского плюма
в кайнозое (по данным пепловых накоплений в осадочном
чехле западноарктических морей)**

G.S. Kharin, D.V. Eroshenko

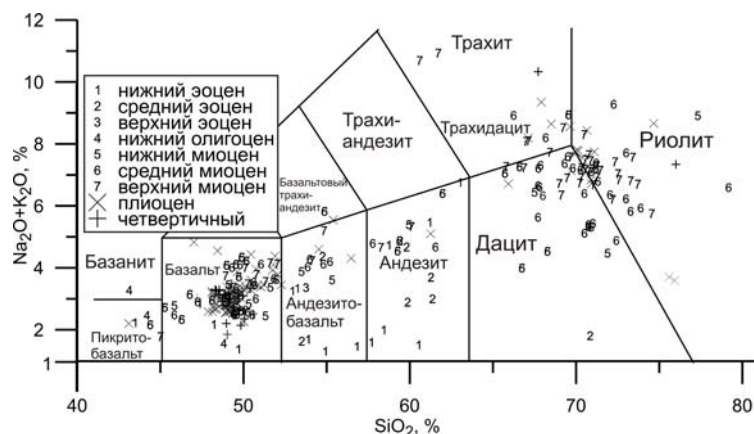
(Atlantic Branch of P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad)

**Cenozoic explosive magmatism history of the Iceland Plume
(on data volcanic ash accumulations in the sedimentary strata
of the westarctic seas)**

След Исландского плюма на поверхности проходящих над ним литосферных плит достаточно хорошо прослеживается не только по накоплениям лав вблизи вулканов («горячи точек»), связанных с ним, но и по воздушным и водным разносам вулканического пепла, отстоящим от источников на сотни и тысячи километров. Это хорошо доказывается различными методами, в том числе, и наблюдениями из космоса со спутников. Наиболее полные сведения о пирокластических накоплениях дало глубоководное бурение. В Северной Атлантике, Норвежском, гренландском морях, в Арктическом бассейне по проектам DSDP и ODP пробурено в 56 местонахождениях около 70 скважин пересекающих кайнозойскую толщу до различных глубин. Около 20 из них достигли базальтового фундамента. Прослой пирокластики хорошо сохраняются при бурении и отборе кернa и хорошо распознаются макроскопически при изучении кернa и под микроскопом в простых (водноэмульсионных) препаратах. Однако, недостатком глубоководного бурения является частое отсутствие данных по верхнечетвертичной толще, где осадки размывались или не сохранялись (не брались). Этот недостаток глубоководного бурения частично компенсирован данными опробования верхней части осадочного чехла геологическими колонками, в большом количестве (более 200) взятых в разных районах западноарктических морей. Минеральный состав пирокластики изучался под микроскопом с применением иммерсии. Авторами изучены пирокластические горизонты, встреченные в керне скважин 336-352 (38 рейс б/с «Гломар Челленджер» – участником его был Г.С. Харин). Выполнено большое количество силикатных химических анализов, приведенных в первичных отчетах DSDP и ODP. Данные по минералогии и геохимии пирокластических горизонтов позволяют привязывать ее к вулканическим источникам. С целью выяснения стратиграфического и площадного распространения пирокластических горизонтов нами были обобщены литологические описания 70 скважин и 100 геологических колонок. По этим данным были составлены разрезы скважин

с указанием положения и состава пирокластических слоев, их структурных и текстурных характеристик. Сопоставление этих разрезов (пеплограмм) дало возможность выявить неравномерность распределения пирокластических горизонтов во времени и определить эпохи (циклы) пеплопадов. Для этих эпох были составлены схемы распространения пеплопадов по площади с указанием количества слоев пирокластики, их общей мощности, положения источника и других характеристик. Данные о размерах ареалов пеплопадов и их средней мощности дали возможность подсчитать объемы пирокластики для каждой их вулканических эпох. Выделяются три макроцикла пеплопадов (раннеэоценовый, раннемиоценовый, плиоцен-четвертичный), связанных, очевидно с эволюцией Исландского плюма в кайнозойское время и с глобальными тектоническими событиями. Циклы меньшего порядка, видимо, надо связывать с эволюцией отдельных вулканов и региональными геологическими событиями. В эоцене интенсивность вулканических эксплозий определялась как повышенными поступлениями глубинных плюмовых магм, так и обширной площадью распространения в новообразованных грабенах и рифтах раскалывающейся СЗ Лавразии. Преимущественно базальтовый состав пирокластики свидетельствует о малой вязкости магмы, неспособной к крупным эксплозиям. Но, количество эксплозивных центров было очень большое. Они охватывали обширные территории и носили гидроэксплозивный характер. Существовали также и крупные вулканы центрального типа. Об этом свидетельствуют здесь более дифференцированный состав лав и пирокластики. На протяжении олигоцена эксплозивный магматизм Исландского плюма проявлялся слабо. Гидроэксплозии почти не наблюдались. Причинами этого, видимо, были: 1 – эвстатическое понижение уровня океана, 2 – заполнение грабенов мощной (до 20 км) толщей вулканитов, заглушивших трещинный вулканизм.

В конце позднего олигоцена эксплозивный магматизм стал более активным. Появились вулканы центрального типа, выбрасывающие пирокластику дифференцированного и бимодального (базальт-риолит) составов. В миоцене активность таких эксплозий возросла. Это явление было связано, очевидно, как с глобальным увеличением плюмовых процессов, так и с тем, что в погребенных грабенах, под мощной толщей вулканитов (вулканиты SDRS) при спрединге появились обширные магматические камеры, в которых происходила кристаллизационная дифференциация. Следует отметить, что в результате интенсивного эксплозивного магматизма в миоцене появился ряд наземных (островных) вулканических центров (Исландия, Ян-Майен и др.). Поздний миоцен был временем непродолжительного «затишья» эксплозивного магматизма. В это время было много перерывов в осадконакоплении с размывом верхнемиоценовых осадков. Частично пирокластические верхнемиоценовые отложения сохранились на плато Воринг, Исландском плато и на склоне Гренландии.



Хорошо сохранившиеся плиоценовые и четвертичные пирокластические отложения, встреченные почти повсеместно скважинами глубоководного бурения и геологическими колонками, дают возможность считать это время эпохой интенсивного эксплозивного магматизма. По бимодальному (базальт-риолит) составу пирокластики хорошо определяются ее источники. Это вулканы Исландии. Пирокластика субщелочного и щелочного составов поступала из вулканов острова Ян-Майен, полуострова Снейфельдс (Исландия), подводных гор Вестернс, Южная, возможно, острова Шпицберген.

О эволюции состава пирокластики наглядное представление дает рисунок, на котором хорошо видно, что в эоцене преобладала базальтовая пирокластика, в олигоцене она стала дифференцированной и бимодальной (базальт-риолитовой). Щелочная пирокластика появлялась спорадически. Видимо, это было связано с поступлением наиболее глубоких расплавов Исландского плюма. Оценка интенсивности эксплозивного магматизма проведена двумя методами: 1 – по рассчитанным объемам пирокластического материала в осадочном чехле, 2 – по частоте зафиксированных в осадках прослоев пирокластики за 1 млн лет (коэффициент эксплозивности). В обоих случаях они совпадают. Коэффициент эксплозивности равен в эоцене 13,3, в олигоцене – 0,8, в миоцене – > 7, в плиоцене – 12,5, в четвертичном времени – 13,1.

Работа поддержана РФФИ (грант 06-05-64169).

The investigation of the explosive magmatism history and evolution of the materials were made on data of 70 sites of DSDP and ODP and nearly 200 geological cores. The epochs (lower Eocene, Miocene and Pliocene-quaternary) of intensity of the explosive magmatism and piroclastic composition changings were shown.

**А.Н. Чаркин¹, О.В. Дударев¹, И.П. Семилетов^{1,2},
И.В. Уткин¹, И.Н. Шило³**

(¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток; ²Международный Арктический центр, Университет Аляска Фэрбанк, США; ³Гидрографическая служба Тихоокеанского флота России, Владивосток)

Современное состояние реликтов субаэрального рельефа на шельфе морей Восточно-Сибирского региона

**A.N. Charkin¹, O.V. Dudarev¹, I.P. Semiletov^{1,2}, I.V. Utkin¹,
I.N. Shilo³**

(¹V.I. Ilyichev's Pacific Oceanological Institute of FEB RAS, Vladivostok, Russia;

²International Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks, USA;

³Hydrographic service of Pacific fleet, Vladivostok, Russia)

Recent states of subaerial relief relics on the shelf of the East-Siberian region

При прогнозировании развития природных процессов на фоне изменения климата большое значение имеет всестороннее изучение регионов, где природная среда наиболее чувствительна даже к небольшим ее изменениям.

Одним из ключевых в рамках указанной проблемы может являться Восточно-Сибирский регион с широким распространением многолетнемерзлых пород. Данным обстоятельством объясняется крайне высокая степень неустойчивости прибрежно-шельфовой криолитозоны к тепловому и гидродинамическому воздействию. На шельфе региона достоверно известно положение нескольких относительно крупных банок, на месте которых ранее существовали острова. Это останцы субаэрального рельефа приморских озерно-аллювиальных низменностей, испытавшие неоднократные промерзания в криоаридные регрессивные эпохи позднего плейстоцена и затопленные во время последней трансгрессии моря.

Используя материалы, полученные в пяти экспедициях ТОИ ДВО РАН на гидрографических судах «Дунай» (сентябрь 1999 г.), «Николай Коломейцев» (сентябрь 2000 г.), «Иван Киреев» (сентябрь 2003 и 2004 гг.) и на ПТС «Ауга» (сентябрь 2005 г.), нами было изучено современное состояние и тенденции дальнейшего развития двух наиболее известных реликтов субаэрального рельефа – банки Диомида и Семеновского мелководья.

В ходе естественной эволюции реликтового острова к стабильному состоянию погруженной под уровень моря поверхности его останца, подводные банки *Семеновского мелководья* являются примером промежуточной стадии такого преобразования. В настоящее время эти возвышенности подвержены интенсивному разрушению, в отличие от банки Диомида, которая вероятно находится в стадии ослабления разрушения.

Построены схемы рельефа дна Семеновского мелководья и банки Диомида, которые позволят контролировать изменения состояния реликтовых останцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 05-05-64213, 06-05-96064); Президиума ДВО РАН (проекты 06-14-B-07-303; 05-III-Г-07-149); ФЦП “Мировой океан”, Национального научного фонда США (проекты OPP-0230455, OPP-0342837).

New data about the recent situation and the tendencies of the progression have been obtained for the subaerial relief relics, namely, for the Diomid Bank and the Semyonov Shoal.

***НЕФТЬ И ГАЗ НА ДНЕ МОРЕЙ
И ОКЕАНОВ***

В.И. Авилов¹, С.Д. Авилова¹, Е.Ф. Шнюков²

(¹Институт океанологии им П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, ²Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев, Украина)

Проявление глубинных газов в Черном море

V.I. Avilov¹, S.D. Avilova¹, E.F. Shniukov²

(¹P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia, ²Branch of marine geology and sedimentary ore-formation, Ukrainian Academy of Sciences, Kiev)

The fluid flux from the Black sea bottom

В 2004 и 2005 гг. в морских экспедициях на НИС «Профессор Водяницкий» (61, 62 рейсы) изучали флюидопроявления со дна Черного моря. Экспедиция организована и проведена Отделением морской геологии и осадочного рудообразования Национальной Академии Наук Украины. Исследовали подводные вулканы, газовые факелы, газогидраты в районе украинского сектора Черного моря. Определяли комплекс газобиогеохимических показателей [1, 2]. Проведены анализ и обобщение полученного фактического материала, которые позволили сделать вывод о происхождении углеводородов, о свойствах флюидопроявления и о формирующих их процессах в изученных объектах наблюдения. Для специфических условий Черного моря определены фоновые содержания измеренных компонентов. В отдельных районах дна Черного моря, местах разгрузки флюидов в виде подводных грязевых вулканов, газовых факелов, струйных высачиваний зафиксированы газобиогеохимические аномалии.

Нами установлено, что разнообразные в проявлении газовые аномалии в морской среде объединяются сходными характеристиками. Во-первых, основным газонасыщающим компонентом выделен метан, достигающий 80–99 % об. (объемных процентов) в газовой смеси. Во-вторых, разные виды аномалий могут сочетаться друг с другом, например, в зоне подводных грязевых вулканов наблюдаются в придонной воде газовые факелы, а в осадках – газогидраты. В-третьих, в распространении газовых аномалий замечен краевой эффект – приуроченность газовыделений к периферийным участкам Черного моря, материковому склону, подножью и кромке шельфа. Вместе с тем газобиогеохимические исследования выявили разнотипность аномальных придонных экосистем и их зависимость от природы потоковых явлений.

Выделены два основных типа аномалий в осадках, различающихся вертикальным распределением главенствующих показателей. Первый тип характеризуется возрастанием концентрации метана с глубиной и уменьшением содержания АТФ, регистрируемых в первых метрах донных отложений. Второй тип распределения отличается одновременным увеличением вниз по грунтовой колонке концентрации АТФ и метана.

Первый тип аномалий наиболее выражен в осадках в районе подводных грязевых вулканов Двуреченского, Митина и Водяницкого. Его отличительной чертой является понижение биологической активности экосистемы

вглубь донных отложений. Главенствующий процесс – поступление метана снизу в верхние слои осадка. При высоких скоростях метанового потока идет образование газогидратов, при понижении скорости – их разложение.

Второй тип аномалий в осадках обнаружен в районах газовых факелов. Общая закономерность для этих аномалий сохраняется в различных районах акватории. Прежде всего – повышение биологической активности экосистемы вниз по грунтовой колонке. Наряду с типичными биохимическими преобразованиями с углублением в грунт начинает развиваться и затем доминировать процесс хемолитоавтотрофии, заключающийся в микробальном образовании метана за счет восстановления водородом двуокиси углерода. В аномалиях второго типа необходимые субстраты для этого процесса наблюдались в достаточном количестве. Возникает вопрос – насколько глубоко распространяется процесс хемолитоавтотрофии и каков масштаб этого явления?

Показано, что ближе к центру газового факела грунтовая колонка загазована до верхних горизонтов, тогда как на удалении от центра аномально высокие концентрации метана найдены на большей глубине – 1,5–2,5 м. Образуя, в донных отложениях газонасыщенные осадки имеют форму погребенных пирамид или конуса с вершиной в жерле газового факела. Погребенные пирамиды могут повсеместно существовать в осадках, где обнаружена аномалия второго типа [3]. По результатам геофизических исследований в осадках выделена газонасыщенная область в виде конуса, вершина которого совпадает с выходом газового факела в придонную воду. Основание этого конуса погружено на глубину 110–120 м и имеет диаметр около 0,5 км [4]. С большой долей вероятности можно предположить, что в осадках внутри конуса активно протекают процессы хемолитоавтотрофии, и это вносит существенный вклад в газонасыщение отложений. По изотопным данным явление хемолитоавтотрофии фиксируется еще глубже. Учитывая специфику Черного моря, где илистые отложения (антропоген, верхний неоген) распространяются на глубины до 1–2 км, можно заключить о существовании в осадочной толще мощной зоны биохимических преобразований и о преобладании в ней явления хемолитоавтотрофии. Газовых факелов зарегистрировано уже более нескольких тысяч. Считаем, что глубинная хемолитоавтотрофия распространена на 20–30% площади Черного моря. При таких масштабах явление хемолитоавтотрофии необходимо учитывать в процессах нефтегазообразования.

Остается дискуссионным вопрос о природе глубинных потоков газообразных флюидов, образующих аномальные экосистемы в придонной зоне. Состав газов в потоке зависит от глубины, с которой они поступают к поверхности осадка. Одним из постоянных источников газов является глубинная эксгаляция. Ювенильные и катагенные газы инициируют явление хемолитоавтотрофии в осадках. В флюидопроявлениях на дне Черного моря могут находиться компоненты одновременно из всех трех источников: магма-

тические, метаморфические и биохимические газы. Также полигенетичен состав углеводородов. Соотношение компонентов в зоне флюидопроявлений зависит от наличия разломов и других неоднородностей структуры осадочного чехла, фильтрационных свойств пород, геодинамической активности недр и другое. Процесс генерации углеводородов неиссякаем, поскольку поддерживается бесконечным источником вещества и энергии земных недр.

1. Шнюков Е.Ф., Авилов В.И., Авилова С.Д. Газобиогеохимические исследования потоков газообразных флюидов со дна Черного моря // Докл. АН. 2006. Т. 408, № 3. С. 389–392.

2. Шнюков Е.Ф., Авилов В.И., Авилова С.Д. Газобиогеохимические исследования // Геологические исследования Черного моря. К., 2006. С. 135–155.

3. Авилов В.И., Авилова С.Д. Проявление флюидных потоков со дна в глубоководной части Черного моря // Докл. АН. 2001. Т. 378, № 4. С. 522–525.

4. Шнюков Е.Ф., Старостенко В.И., Русаков О.М. и др. Глубинная природа газовых факелов западной части Черного моря по результатам геофизических исследований // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2005. №1. С. 70–82.

New factual material about gasbiogeochemical anomalies in near bottom environment of the North-western Black sea is discussed. As it has been established the anomalies are genetically connected with deep fluxes of gaseous fluids both in the scattered condition and in the form of local fluid displays (underwater mud volcano, seep, gas babble stream and gas hydrate). The investigation develops theoretic view in the sphere of gas geochemistry and gas-oil geology, that for practical need means hydrocarbons permanent reproduction and their reserves filling up.

А.А. Баренбаум

(Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, azary@mail.ru)

**Антропогенное нефтегазообразование на дне морей
и океанов**

A.A. Barenbaum

(Oil and Gas research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Anthropogenic oil and gas formation at bottom of seas
and oceans**

Последние годы знаменуются массовым открытием крупных залежей нефти и газа в Мировом океане на глубоководном шельфе и континентальном склоне материков. Имеются все предпосылки к тому, что в скором времени первенство в мировой добыче нефти и газа перейдет от континентов в Мировой океан. Эта тенденция объяснима еще недостаточной изученностью прибрежных акваторий океана, где необходимые геологические изыскания стали осуществляться не так давно. Такое заключение справедливо, но лишь отчасти.

Автором отстаивается мнение, что перемещение основных запасов УВ сырья в Мировой океан – это «рукотворное» природное явление, тесно связанное с существующими масштабами добычи и потребления нефти и газа.

Этот вывод получен в результате решения автором ряда балансовых проблем современного круговорота углерода и воды через поверхность Земли и создании на этой основе биосферной концепции происхождения нефти и газа [1]. Данная концепция обобщает биогенную и абиогенную теории нафтидогенеза, которые отражают два основных механизма генезиса УВ в природе. При новом подходе эти механизмы не конкурируют между собой, а взаимно дополняют друг друга.

В биосферной концепции нефть и газ рассматриваются как восстановленные до УВ продукты циркуляции углерода и воды при их круговороте через земную поверхность, играющей роль геохимического барьера. В системе такого круговорота выделяются три основных цикла, которые отвечают за процесс нефтегазообразования. Первый длительностью 10^8 – 10^9 лет связан с погружением углеродсодержащих пород в мантию при субдукции литосферных плит. Второй $\sim 10^6$ – 10^7 лет вызван захоронением органики при осадконакоплении. И третий, самый короткий, обусловлен переносом углерода биосферы вглубь земной коры метеогенными водами в ходе их климатического круговорота.

Поскольку $\sim 90\%$ углерода из наземной биосферы поступает в земную кору с метеогенными водами [1], формирование залежей нефти и газа необходимо рассматривать не как процесс медленный – геологический, а, прежде всего, как процесс быстрый – современный, характеризующийся временем установления равновесия биосферного цикла, составляющим на континентах ~ 40 лет.

В новой концепции феномен нефтегазообразования определяется не только механизмами биогенного и абиогенного синтеза УВ в недрах, но и условиями перераспределения углерода над поверхностью планеты. В результате действия обоих факторов излишки углерода переводятся системой под поверхность Земли, где после восстановления до УВ они накапливаются в виде нефти и газа.

Среди факторов, отвечающих за перераспределение углерода над (и под) поверхностью планеты, наиболее важную роль в настоящее время играют два процесса, носящих в основном региональный характер: 1) перенос углерода метеогенными водами в земную кору и 2) хозяйственная деятельность людей.

Благодаря первому процессу промышленные месторождения нефти и газа размещаются, во-первых, в пределах крупных бассейнов осадконакопления, дренирующих огромные по площади территории и, во-вторых, тяготеют к зонам разломов земной коры. Наличие разломов, с одной стороны, облегчает водам проникновение под поверхность Земли, а с другой – способствует разгрузке этих вод от транспортируемого ими углерода. Вследствие активного участия в образовании нефти и газ вод климатического круговорота, заметное пополнение залежей происходит не за сотни тысяч – миллионы лет, а за десятилетия [2].

Столь малое время формирование залежей обусловлено высокой скоростью переноса углерода через земную поверхность водами. Данный процесс крайне неравномерен. Основная масса углерода опускается вниз в пределах материков. А поступает наверх на их окраинах, в зонах СОХ, а также при вулканических извержениях на дне океанов и морей и на континентах.

Второй фактор нефтегазообразования – антропогенный. Известно, что масса потребляемого человечеством ископаемого углерода составляет $7,6 \times 10^{15}$ г/год, что превышает его количество, поступающее на поверхность при естественной циркуляции. Поэтому деятельность людей, связанная с современными объемами добычи и потребления УВ, не только воздействует на общий климат Земли, но и способна влиять на региональные процессы генерации нефти и газа в недрах [1].

При современном сжигании топлив поступление CO_2 в атмосферу, особенно в густо населенных районах мира, часто является избыточным для системы его регионального круговорота. Вследствие чего излишки CO_2 система переводит под земную поверхность, где углерод вновь участвует в нефтегазообразовании. Достаточно умеренное извлечение нефти и газа из залежей (без нарушения подземной циркуляции вод за счет их дополнительной закачки или применения иных методов интенсификации добычи), видимо, не может сильно влиять на нефтегазоносность региона. Но произойдет это тогда, когда извлекаемые УВ потребляются в том же гидрогеологическом бассейне, что и их добыча. Так, все известные случаи пополнения залежей УВ относятся к регионам не только с высокой собственной до-

бычей нефти и газа, но и относительно интенсивным их потреблением на протяжении многих десятилетий. К ним в первую очередь относятся Татария и Чечня в России, Украина, Азербайджан, а за океаном штаты Техас и Оклахома в США и Мексика [3].

Практика транспортировки нефти и газа на многие тысячи километров от мест добычи приводит, однако, к существенному перераспределению мировых ресурсов УВ. Интенсивно потребляющие нефть и газ промышленно-развитые страны накапливают их на своей территории, тогда как специализирующиеся на добыче и экспорте нефти и газа, могут свои ресурсы быстро исчерпать [3]. Важным прогнозируемым следствием данного процесса является тенденция смещения крупнейших промышленных скоплений нефти и газа в акватории Мирового океана. Поскольку, на окраинах материков, как правило, отсутствуют необходимые геологические условия накопления УВ в недрах, а на поверхности проживает значительная часть активно потребляющего нефть населения Земли, избыток углерода сносится водами подземного стока в океан на глубоководном шельфе и континентальном склоне материков. В результате в океан ежегодно поступает 735 млн т гидрокарбоната (HCO_3) и 45–50 млн т растворенного органического вещества [4]. Этого количества углерода вполне достаточно, чтобы все скопления акваторийных газогидратов, превышающие по запасам УВ залежи нефти и газа, можно было сформировать за $\sim 10^3 \div 10^4$ лет [5].

Именно поэтому, как мы полагаем, в Мировом океане и морях сегодня сосредоточены основные запасы УВ сырья нашей планеты, представленные как газогидратами, так нефтью и газом.

1. Баренбаум А.А. Механизм формирования скоплений нефти и газа // Доклады АН. 2004. Т. 399. №6. С. 802–805.

2. Муслимов Р.Х., Глумов И.Ф., Плотникова И.Н. и др. Нефтяные и газовые месторождения – саморазвивающиеся и постоянно возобновляемые объекты // Геология нефти и газа. Специальный выпуск. 2004. С. 43–49.

3. Баренбаум А.А., Шиловский А.П., Шиловская Т.И. Новые подходы к стратегии поисков нефтегазовых месторождений // Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезис в системе горючих ископаемых. М.: ГЕОС. 2006. С. 285–288.

4. Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И. Об оценке выноса химических элементов с подземным стоком в Мировой океан // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. №6. С. 680–686.

5. Баренбаум А.А. О возможной связи газогидратов с субмариными подземными водами // Водные ресурсы. 2007. Т. 34. №5. С. 620–625.

Ю.М. Берлин, М.М. Марина

(Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, e-mail: berlin@ocean.ru)

**Прогноз распределения очагов нефтегазообразования
в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях Черноморского
региона**

Y.M. Berlin, M.M. Marina

(Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Prediction of the hydrocarbon kitchen distribution in Oligocen –
Early Miocene rocks of the Black Sea region**

В основе работы лежит качественная оценка генерации нефтяных и газовых углеводородов (УВ) с использованием разработанного в ИОРАН применительно к акваториям историко-генетического метода. Сущностью его является выделение в разрезах потенциально нефтегазоматеринских отложений, оценка их теплового состояния и прогнозирование очагов нефте- и газообразования. В Черноморском регионе в качестве основной нефтегазоматеринской и нефтегазосодержащей толщи выделены олигоцен-нижнемиоценовые отложения (майкопская свита), для которых составлены карта распределения типов органического вещества (ОВ) и карта распределения температур. На основе их совместного анализа была впервые построена для большей части Черноморского региона схематическая карта нефтегазогенетического районирования. На ней оконтуриваются очаги нефте- и/или газообразования с подразделением их, в зависимости от типа ОВ и температурных условий, на зоны генерации УВ различного фазового состава.

В западной части региона картина распределения очагов и составляющих их генерационных зон значительно проще, чем в восточной. Основную часть очага занимает зона высокотемпературного газообразования (более 180°C независимо от типа ОВ). С запада, юга и юго-востока ее окаймляют узкие зоны заверщенного и начального нефтеобразования (температуры 135°C – 180°C и 70°C – 135°C, тип ОВ сапропелевый). На юго-восточной окраине впадины выделяется Синопский прогиб, где на небольшой площади прогнозируется очаг начальной генерации нефтяных и газовых УВ (температуры не более 100°C, тип ОВ сапропелево-гумусовый). На обширной территории северо-западного шельфа закартирован очаг в пределах Михайловского прогиба, находящийся на начальной стадии генерации нефтяных УВ. Западно-Черноморскую впадину и Синопский прогиб отделяют от Восточно-Черноморской впадины валы Андрусова и Архангельского. Первый из них перекрыт тонким слоем майкопских отложений, а второй в настоящее время образует крупное поднятие дна моря. В западной и восточных частях вал Андрусова окаймляется зонами заверщенного нефтеобразования.

В восточной половине Черноморского региона большую его часть, охватывающую Восточно-Черноморскую впадину и Гурийский прогиб, занима-

ет очаг высокотемпературного газообразования. На северо-восточной периферии Черноморского региона в пределах Индоло-Кубанского и части Керченско-Таманского прогибов в подошве майкопской свиты выделяется довольно крупный очаг, состоящий из зон начальной и завершенной генерации нефтяных УВ, завершенной генерации нефтяных и газовых УВ (температура 135°–180°C, тип ОВ сапропелево-гумусовый), зон высокотемпературного и низкотемпературного газообразования (температуры 70°C – 180°C, тип ОВ гумусовый). В прогибах Туапсинском и Сорокина и значительной части Керченско-Таманского прогиба выделить очаги с отдельными зонами генерации УВ не представляется возможным, вследствие высоких локальных вариаций температур. Можно лишь отметить, что в майкопских отложениях прогнозируется ОВ гумусового типа.

Значительный интерес представляет собой распределение зон с различным генерационным продуктом в очагах нефтегазообразования на обрамлениях глубоководного вала Шатского и в пределах самого вала. Последний ограничивает с юго-запада глубоководную Восточно-Черноморскую впадину, заполненную кайнозойскими отложениями. В пределах вала выделен ряд крупных структур, в которых по сейсмическим данным для верхнеюрского интервала осадочного чехла предполагается развитие рифовых построек. Эти структуры могут быть первоочередными объектами для постановки поисково-разведочных работ на нефть и газ. Не исключено, что одним из основных источников УВ для генерации их и последующей аккумуляции в этих структурах являются майкопские отложения, которые прилегают к их склонам. На северо-восточном окончании вала Шатского в западном и юго-западном направлениях от Туапсинского прогиба происходит последовательная смена зоны высокотемпературного газообразования на зону заверщенного нефтеобразования и зону начального нефте-и газообразования. С юго-запада вал окаймляется зоной высокотемпературного газообразования, переходящей в северо-восточном направлении в прогнозируемую относительно узкую зону генерации нефтяных УВ. На довольно широком своде вала Шатского в отложениях майкопской свиты прогнозируется гумусовый тип ОВ, а температуры в ее нижней части составляют 100°–150°C. Поэтому, хотя на представленной карте в этой части вала очаг не околонтурен, можно предположить развитие в нижней части майкопа зоны низкотемпературного газообразования.

Сопоставление прогнозируемых очагов генерации УВ с другими известными предпосылками нефтегазоносности позволяет сформулировать перспективные направления поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Estimation of hydrocarbon potential in Oligocene-Lower Miocene rocks of the Black Sea region based upon historic-genetic method was made. Map of hydrocarbon kitchen distribution with allocation of generation zones of various hydrocarbon phases was constructed.

Б.М. Валяев (Институт проблем нефти и газа РАН, e-mail: valyb@mail.ru)

Приповерхностный интервал нефтегазонакопления: специфика и масштабы утилизации углеводородных флюидов

B.M. Valyaev (Oil and Gas Research Institute, RAS, Moscow)

Subsurface interval of the gas and oil accumulations: peculiarity and dimensions of the hydrocarbon fluids utilization

Приповерхностный интервал нефтегазонакопления (с глубинами от 0 до 1000 м) уже давно потерял значение основного в качестве объекта нефтедобычи. Со временем главные зоны нефте- и газонакопления были выявлены в интервале глубин 1–4 км; при этом и на глубинах более 4 км во многих нефтегазонасыщенных регионах были открыты крупные скопления углеводородов. Давно известные в приповерхностном интервале гигантские скопления тяжелых нефтей и битумов в Венесуэле, Канаде, СССР и других странах не привлекали большого внимания, в связи с дороговизной и экологическими проблемами, возникающими при их разработке. Рост цен на нефть и ограниченность ее запасов в месторождениях традиционного типа для наращивания добычи, развитие новых технологий создали условия для использования потенциала тяжелых нефтей. Наиболее легко извлекаемые нефти из ее скоплений в битуминозных песках Атабаски (Канада) уже переведены из категории потенциальных ресурсов в категорию доказанных запасов, повысив величину открытых глобальных запасов нефти сразу на 23 млрд тонн – до 160 млрд тонн на начало 2003 г.

Ситуация с запасами и ресурсами природного газа в глобальном плане по сравнению с нефтью не столь остра. Однако из-за бедности углеводородными ресурсами промышленно развитые страны вынуждены были уделять особое внимание нетрадиционным ресурсам газа. Среди последних все больший интерес привлекают газогидраты. Ресурсы метана в газогидратах оцениваются большинством специалистов величинами от $5 \cdot 10^{15}$ до $2 \cdot 10^{16}$ м³ (для сравнения, открытые к настоящему времени запасы газа в месторождениях традиционного типа не достигают величины $2 \cdot 10^{14}$ м³). В соответствии с выполненными оценками более 95% газогидратов приурочено к приповерхностным (до глубин 500–1000 м) осадкам дна Мирового океана, прежде всего, на его континентальных склонах. Именно в этом интервале осадочного разреза располагается специфическая зона возможного существования (стабильности) клатратов метана, при глубинах водного столба, превышающих 400–600 м. В ряде стран (Япония, США, Канада, Китай, Индия и др.) уже реализуются крупные исследовательские программы по поискам и разработке газа в газогидратах. Исследование факторов, обусловивших высокую локализованность и концентрацию нетрадиционных ресурсов в приповерхностном интервале, становится весьма актуальным. Такого рода исследования важны не только для прогноза и поисков самих тяжелых нефтей

и газогидратов, но они могут внести решающий вклад в познание общих вопросов генезиса скоплений углеводородов.

Нетрадиционность углеводородных ресурсов в скоплениях тяжелых нефтей и газогидратов для разработчиков проявляется, прежде всего, в комплексе проблем их извлечения и утилизации, требующих применения новых, сложных и дорогостоящих технологий. Для геолога-нефтяника эти скопления характеризуются рядом специфических условий своего формирования. Даже при отсутствии ловушек углеводородов в традиционном их понимании и тяжелые нефти, и газогидраты могут накапливаться в гигантских масштабах. Формирование первых связано с потерей подвижности остаточной нефти в связи с неблагоприятными условиями (отсутствие хороших покрышек, биодеградация в приповерхностных обстановках) для аккумуляции газообразных и низкомолекулярных жидких углеводородов. При формировании скоплений газогидратов в льдоподобном клатратном состоянии в специфических приповерхностных условиях утилизируется метан, который в обычных обстановках не был бы уловлен. Для газогидратов эти специфические условия для **масштабной** утилизации метана реализуются в донных осадках континентальных склонов при том, что в интервале стабильности газогидратов латеральная миграция углеводородов настолько затруднена, что газосборные площади как таковые отсутствуют. По геофизическим данным в неконсолидированных осадках прослеживаются каналы вертикальных перетоков, по которым углеводороды поступают снизу в приповерхностный (придонной) интервал газогидратонакопления. Нередко эти каналы пронизывают насквозь интервал приповерхностных осадков с газогидратами, и тогда формируются скопления газогидратов очагового типа в донных осадках в пределах разгрузок углеводородов на морском дне (Соловьев, 2003).

Основные скопления тяжелых нефтей приурочены к палеобассейнам, прежде всего к моноклинальным склонам докембрийских щитов (Канада, Венесуэла, Россия). С позиций органического происхождения нефти ни одна из предложенных концепций не в состоянии дать объяснение природы сверхгигантских скоплений тяжелых нефтей и битумов Атабаски, Канада – более 100 млрд тонн и, тем более, Оффисины, Восточная Венесуэла – более 400 млрд тонн. Для Венесуэлы эти трудности возрастают, поскольку тяжелые нефти приурочены к песчано-глинистым отложениям неогена. Крупнейший американский геолог-нефтяник Х.Хедберг, посвятивший многие годы изучению условий образования нефтегазовых месторождений Венесуэлы, вынужден был допустить возможность образования тяжелых нефтей пояса Оффисина *in situ* (на месте). Нередко здесь тяжелые нефти оказывались приуроченными к линзам песков внутри глинистых отложений, что исключало варианты сбора нефти из вмещающих отложений, а также за счет вертикальной или латеральной миграции (Hedberg, 1966). Однако вторичность залегания тяжелых нефтей, со всей очевидностью следует из невозможности ее генерации на столь небольших глубинах, а также проявляется в разгрузках ее на поверхности с

формированием асфальтовых озер. Вариант глубинного генезиса этих нефтей только что получил неожиданное подтверждение по результатам изучения выходов асфальта и углеводородных газов в глубоководной части Мексиканского залива. Их генезис здесь оказался связан с разгрузкой и расслоением на дне сверхкритических высокотемпературных углеводородно-водных флюидов с глубинами более 10 км по каналам, проходящим сквозь соляной диапир (McDonald et al., 2005; Hovland et al., 2005). В такой трактовке трудности, казавшиеся Х.Хедбергу непреодолимыми, исчезают. Примат вертикальной миграции и глубинность источников углеводородных газов для формирования крупных и гигантских скоплений газогидратов также не имеют альтернативы (Дмитриевский, Валяев, 2002, 2004).

Как оказывается, на глубинах 1–4 км сосредоточены основные запасы нефти и газа в их залежах традиционного типа. С учетом же нетрадиционных ресурсов углеводородов в скоплениях тяжелой нефти и газогидратов **главным** интервалом как газо-, так и нефтенакопления оказывается приповерхностный. В соответствии с этим выводом вовсе не следует, что во всех нефтегазоносных регионах основные ресурсы нефти и газа сосредоточены в приповерхностном интервале. Глобальные неравномерности в распределении углеводородных ресурсов в скоплениях традиционного типа (Ближний Восток, Западная Сибирь) хорошо известны. Столь же эффективно они проявляются и в распространении углеводородных ресурсов в скоплениях нетрадиционного типа в приповерхностном интервале (Венесуэла, Канада). Отметим еще, что столь же неравномерно распределены и сквозные разгрузки нефти и газа в атмосферу и воды Мирового океана, прежде всего, в связи с проявлением грязевулканической деятельности (впадины Южного Каспия, Мексиканского залива, Черного моря, призма Барбадос). В этих глобальных неравномерностях интервалов накопления нефти и газа в скоплениях разного типа в разных регионах отражается, прежде всего, уровень вторжения глубинных углеводородных флюидов и последующие эффекты их дифференциации, трансформации и утилизации. Отмеченные глобальные неравномерности распространения скоплений углеводородов в своей совокупности с особой наглядностью демонстрируют наложенный характер процессов нефтегазонакопления по отношению к разрезам осадочных пород нефтегазоносных бассейнов в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 07-05-00541.

Hydrocarbon resources in nontraditional type accumulations are connected mainly with heavy oils or asphalts and gas hydrates. The main zone of their distribution is the subsurface with the depth from 0 m to 1000 m. In this interval specific conditions arise for the differentiation, transformation and utilization of deep hydrocarbon fluids. The spatial distribution of heavy oil and gas hydrate accumulations are characterized by the extreme unevenness. The global and re-

gional unevenness are also characteristic of the distribution of hydrocarbon deposits of the traditional type, of the distribution of the trough (to the Earth surface) oil and gas discharges; the areas with such unevenness are often separated. The spatial unevenness of the distribution of heavy oil and gas hydrate fields convincingly demonstrate secondary character of oil and gas accumulations with respect to the sedimentary cover of oil and gas regions (basins) as a whole.

Б.М. Валяев

(Институт проблем нефти и газа РАН, e-mail: valyb@mail.ru)

Утилизация локализованных разгрузок и потоков углеводородов в водной толще и донных осадках акваторий

B.M. Valyaev

(Oil and Gas Research Institute, RAS, Moscow)

Utilization of the localized hydrocarbon discharges and flows in the water column and bottom sediments of the aquatoria

В качестве основного источника органического вещества (ОВ) в морских осадках обычно рассматриваются остатки отмерших фотосинтетических организмов. Крупные реки обеспечивают дополнительное поступление гумусовой органики для осадков на шельфах, в меньшей мере – на континентальных склонах. В возникновении аномальных аноксидных придонных обстановок важная роль, помимо снижения водообмена с ростом изолированности бассейна, также отводится ОВ, его участию в восстановительных процессах. Выходы нефти и углеводородных газов на морском дне, как и на суше, связываются если и не с разрушением месторождений, то с утечками из них. Однако, как оказалось (Войтов, 1986; Валяев, 1987; и др.), масштабы и темпы разгрузок углеводородов в атмосферу почти на три порядка величин превышают возможности генерации углеводородов ОВ осадочных пород. Новые данные, полученные в результате изучения дна Мирового океана за последние 20 лет, принесли важные свидетельства о грандиозных масштабах разгрузок (локализованных потоков) углеводородов через дно Мирового океана (Дмитриевский, Валяев, 2002). Одним из последствий таких разгрузок является формирование скоплений газогидратов в придонных осадках морского дна. Не менее важно и другое – выявляющееся участие разгрузок углеводородных флюидов в формировании комплексов осадков и осадочных пород, обогащенных ОВ, углеводородными газами и битумами.

Открытие специфических *оазисов* жизни на разгрузках углеводородов, в том числе в глубоководных (на глубинах до шести и более километров) участках дна Мирового океана во многих отношениях стало ключевым. Лока-

лизованность и интенсивность разгрузок оказались подчеркнуты контролируемыми их каналами и структурами (chimneys, диапиры) и «плюмами» вод с растворенными и выделяющимися из них газами. Как оказалось, наиболее интенсивные разгрузки могут сопровождаться специфическими рифовыми постройками в глубоководных условиях и приносить в осадки дополнительно органическое вещество из остатков жизни, связанной с «плюмами». Несмотря на локальность проявления, значимость изучения современных и палеооазисов жизни велика не только для океанологии и биологии, но и для нефтегазовой геологии. В сущности, они служат важнейшими индикаторами локализованных потоков углеводородов, с которыми связано формирование разного рода скоплений углеводородов, включая газогидраты.

Как оказалось, интенсивные разгрузки углеводородных флюидов могут приводить к обогащению ОВ не только отдельных очагов, но и комплексов осадков морского дна в зонально-региональных масштабах. Модель такого обогащения может быть рассмотрена на примере формирования комплекса голоценовых осадков во впадине Черного моря. Стало ясно, что и сероводородное заражение вод Черного моря, и обогащение их в голоцене метаном, концентрация которого на четыре порядка величин превышает ее средние значения в водах Мирового океана, произошли с решающим участием не только морфологических и климатических факторов, но и интенсивной разгрузки углеводородных флюидов через морское дно. В настоящее время в Черном море уже открыто более 4000 разного рода разгрузок углеводородов, включая наиболее интенсивные на полях грязевулканической деятельности в глубоководной Западной котловине и прогибе Сорокина. Метан этих разгрузок не связан с биохимическим преобразованием ОВ донных осадков. По сейсмоакустическим данным, каналы локализованных разгрузок углеводородов прослеживаются в приповерхностных осадках в интервале ЗСГ (зоны стабильности газогидратов), часто пронизывая их насквозь. По данным океанологов США в газогидратных осадках вблизи каналов и под подшвой ЗСГ зафиксированы интенсивные аномалии микробиальной деятельности, связанные с перетоками углеводородов.

Голоценовые осадки Черного моря характеризуются повышенными концентрациями ОВ и на континентальных склонах, и в глубоководных котловинах, в особенности среднеголоценовые (древнечерноморские). Для этого же интервала осадков характерны и аномальные содержания ряда металлов (Mo, Ni, V, Co, U). По всей видимости, обстановка обогащения ОВ осадочных комплексов сеномана в аноксидном бассейне раннего Атлантического океана, хотя и отличалась по морфологии и климату, но была близка к голоцену в Черном море в плане участия разгрузок глубинных углеводородных флюидов. На примере доманика Волго-Уральской области можно проследить аналогичные результаты обогащения осадочных комплексов ОВ и металлами, как и формирование аномального минералогического облика самого доманика в седиментогенезе.

Связь с разгрузками и глубинная природа их углеводородных флюидов еще более отчетливо проявляется в ряде локальных глубоководных впадин в Красном море, восточной части Средиземного моря и других акваториях. Глубинность разгружающихся рассолов здесь подкрепляется комплексом геохимических и геотермических аномалий. Необходимо подчеркнуть еще один аспект – унаследованность, длительность и цикличность функционирования разгрузок углеводородных флюидов в бассейнах осадконакопления. В связи с этим и на стадии диагенеза продолжается их воздействие, проявляющееся восстановительными процессами в осадках, сопровождающихся, как правило, микробиальной деятельностью. Одним из ее результатов по трансформации состава углеводородных флюидов является образование изотопно легкого по углероду ($\delta^{13}\text{C}$) метана, избыток которого сбрасывается в морские воды. Но примере баженовской свиты Западной Сибири можно видеть, что на стадии катагенеза при возобновляющихся подтоках углеводородных флюидов, вблизи каналов происходит формирование вторичных залежей, сопровождающееся формированием аномально высоких пластовых давлений (АВПД) и геотермических аномалий.

В традиционных моделях нефтегазообразования и нефтегазонакопления комплексы пород, обогащенные ОВ, обычно рассматриваются в качестве генерирующих нефть и газ на стадиях катагенеза. Новые данные, полученные при исследовании морских осадков и осадочных комплексов, а также разгрузок и локализованных потоков углеводородных флюидов в Мировом океане, позволили глубже понять природу обогащения этих осадков и комплексов не только ОВ, но и углеводородными газами и битумами. При этом открываются новые пути исследования процессов нефтегазонакопления и появляются новые индикаторы для прогноза перспектив нефтегазоносности, включая скопления углеводородов нетрадиционного типа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 07-05-00541.

The hydrocarbons of the localized flows that discharge through the sea bottom are usually dissipated in the water column. But under specific anoxide conditions of the sedimentation the hydrocarbon fluids may be utilized and as a result the concentration of the organic matter in the sediments is increased. The microbial processes play an important role in this utilization. The utilization of hydrocarbon fluids may extend to diagenesis and catagenesis processes. This results in the formation of the sedimentary complexes that are anomaly concentrated not only with the organic matter but also with the hydrocarbon gases and the bituminous components.

О.В. Веселов

(Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия,
e-mail: Veselov@imgg.ru)

**Термобарические условия стабильности газовых гидратов
в Охотском море**

O.V. Veselov

(Institute of Marine Geology & Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia)

**The thermobaric conditions of gas hydrates stability in the Sea
of Okhotsk**

С 80-х годов минувшего столетия в Охотском море начались исследования газовых гидратов геофизическими и геолого-геохимическими методами [1, 2, 3].

Анализ сейсмических разрезов дна Охотского моря позволил выявить аномально высокоамплитудные, параллельные дну отражения (BSR) в верхней части осадочного чехла на склонах Южно-Охотской котловины, впадин Дерюгина и ТИНРО и в системе прогибов центральной части моря при его глубинах более 400–500 м. На временных разрезах положение аномалии BSR ниже поверхности дна моря изменяется в масштабе двойного времени пробега сейсмической волны от 0,4 до 0,8 с, в основном – от 0,5 до 0,7 с.

Сейсмоскоростное моделирование позволяет интерпретировать аномалии BSR как фазовую границу между слоями с гидратами и свободным газом, так как на подошве газогидратной толщи наблюдается как инверсия скорости ниже BSR, так и обращение полярности отражения от этой границы относительно полярности отражения от дна моря.

Отличие газогидратных BSR от диагенетической границы, обусловленной переходом опала-А в опал КТ, состоит в том, что на диагенетической границе наблюдается существенное увеличение сейсмической скорости, не происходит инверсии полярности отражения и эта граница залегает на глубине, превышающей глубину BSR более чем в два раза.

Геотермическая оценка глубины подошвы газогидратного слоя является примером комплексирования геофизических, гидрологических и геологических методов. При достаточно плотной изученности теплового потока (ТП), наличии сведений о температуре на дне водоёма, реальных оценках плотностных характеристик осадочных пород для расчёта давления в толще осадков результативна оценка термобарических параметров на подошве газогидратосодержащего слоя.

Структурной основой для построения термобарических моделей гидратных BSR в Охотском море послужили сейсморазведочные данные.

Для температурных определений в осадочном чехле использовались данные о распределении ТП, теплопроводности горных пород Охотоморского региона, неопубликованные ранее материалы о теплофизических

свойствах осадков, гидрологической обстановке в водах Охотского моря [4, 5]. Мощность отдельных слоёв осадков в толще, содержащих газовые гидраты (ГГ), определялась по сейсмическим данным. Плотностная характеристика выбиралась по графику зависимости плотности осадочных пород и сейсмической зависимости плотности от глубины в осадочной толще. Теплопроводность (КТ) каждого слоя толщи определялась из графика зависимости КТ от глубины осадочного слоя.

Расчёт термобарических условий на глубину аномалии BSR, выполненный для более 20 сейсмотрасс в Охотском море, позволил вполне убедительно показать, что подошва газогидратосодержащих слоёв в осадках Охотского моря имеет характеристики, несколько отличные от метановой фазовой диаграммы. При сопоставимых давлениях фазовая диаграмма гидратов Охотского моря (на уровне BSR) смещена в более высокотемпературную область. В интервале давлений 120–450 атм температуры диаграммы находятся в диапазоне 25–35°C, что свидетельствует о существенной примеси к метановому гидрату компонентов, формирующихся за счёт гомологов метана, диоксида углерода или сероводорода. Сопоставление полученных результатов с данными лабораторных экспериментов по формированию гидратов из смесей метана с этаном в различных пропорциях, проведённые Т. Маекава [6], а также оценка стабильности ГГ грязевых вулканов Каспийского моря, Северной Атлантики подтверждают вывод о значительном вкладе газов катагенетического происхождения или более глубоких углеводородов. Этот результат соответствует идеям Б.М. Валяева, А.Н. Дмитриевского [7] и ряда других исследователей о значительном вкладе глубинных флюидных потоков в формирование ГГ в активных зонах Мирового океана. Следует полагать, что в осадках Охотского моря, как в других дальневосточных окраинных морях, существуют многослойные толщи газовых гидратов. При этом вниз по разрезу в гидратосодержащей толще происходит возрастание доли катагенетических и глубинных газов – гидратообразователей, увеличение количества гидратов кубической структуры II и положение фазовой границы диссоциации контролируется их высокой концентрацией в общей гидратоформирующей смеси. В связи с этим подошвы слоя газовых гидратов в осадках Охотского моря при сопоставимых глубинах воды находятся ниже морского дна на глубине примерно вдвое большей, чем BSR океанических метановых гидратов. Ресурсы метана в гидратосодержащих осадках Охотского моря составляют не менее 2×10^{12} м³.

1. Гинсбург Г.Д., Соловьёв В.А. Субмаринные газовые гидраты. СПб: ВНИИОкеанология, 1994. 199 с.

2. Газовые гидраты Охотского моря / В.А. Соловьёв, Г.Д. Гинсбург, В.К. Дуглас и др. // Отеч. геология. 1994. № 2. С. 10–17.

3. Веселов О.В., Куделькин В.В. Гидраты Охотского моря и геофизические аспекты их выделения и картирования // Проблемы поисков энергии

ческих носителей на рубеже 2–3 тысячелетия. Южно-Сахалинск, 2000. С. 35–68.

4. Тектоносфера Тихоокеанской окраины Азии / В.В. Гордиенко, А.А. Андреев, С.К. Биккенина и др. Владивосток: ДВО РАН, 1992. 238 с.

5. *Веселов О.В.* Структура теплового потока Охотоморского региона // Строение земной коры и перспективы нефтегазоносности в регионах Северо-Западной окраины Тихого океана. Южно-Сахалинск, 2000. Т. I. С. 107–129.

6. *Maekawa T.* Equilibrium conditions of gas hydrate from mixtures of methane and ethane and outline of experimental apparatus for gas hydrate synthesis on porous sediment // Bull. Geol. Surv. Japan. 1998. Vol. 49, № 10. P. 501–507.

7. *Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М.* Распространение и ресурсы метана газовых гидратов // Наука и техника в газовой промышленности. 2004. №1–2. С. 5–13.

A description of gas hydrates, revealed in bottom sediments of the Sea of Okhotsk by geophysical methods, was presented. Zones of hydrates stability were distinguished versus thermobaric conditions and gas composition. A conclusion was made on a polygenetic character of gas hydrate accumulations in the Sea of Okhotsk.

Е.В. Грецкая¹, В.В. Крапивенцева²

(¹ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск,
e-mail: gretskaya@imgg.ru, ² Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, Хабаровск,
e-mail: karpova@itig.as.khb.ru)

**Углеводородный потенциал осадочных отложений
Голыгинского бассейна**

E.V. Gretskaya¹, V.V. Krapiventseva²

(¹ Institute of Marine Geology & Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk,
² Institute of Tectonic & Geophysics FEB RAS, Khabarovsk)

**Hydrocarbon potential of sedimentary cover of Golyiginskiy
basin**

Голыгинский осадочный бассейн (ОБ), расположен в юго-западной части Камчатки, на западе и юго-западе открывается в сторону Охотского моря, где продолжается процесс формирования осадочного чехла. Голыгинский ОБ представляет большой интерес как нефтегазопромысловый объект, что отвечает стратегическим интересам России на Дальнем Востоке.

В наземной части разрез изучен по выходам пород в обрамлении и керну скважин. Детальная литолого-петрографическая характеристика разреза Голыгинского бассейна выполнена ранее [1]. В аквальной части бассейна мощность осадочного чехла достигает 5–6 км. В его строении выделено 3 регионально-сейсмостратиграфических комплекса [2]. Эти комплексы коррелируются со стратиграфическими подразделениями, принятыми для разреза в пределах суши Камчатки. Предшественниками была отмечена повышенная насыщенность пород района вулканогенным материалом по сравнению с другими бассейнами Западной Камчатки, выделены возможно нефтегазоматеринские и коллекторские горизонты.

Нами впервые для пород бассейна получены геохимические данные (разрез скважины Крестовская 1), позволяющие охарактеризовать возможные нефтематеринские толщи и количественно оценить их УВ потенциал. Аналитические исследования выполнялись в геохимической лаборатории ВНИГНИ (г. Москва) и ИМГиГ ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск). В породах определялись содержание органического углерода ($C_{орг.}$), нерастворимого остатка породы (НОП) и хлороформенного битумоида (ХБА), отражательная способность витринита. Выполнялся пиролиз (методом Rock-Eval – 2), моделирующий процесс катагенетического превращения компонентов рассеянного органического вещества (РОВ) в углеводороды, для оценки возможного количества генерируемых УВ (пики S_1 и S_2).

Содержание $C_{орг.}$ в породах варьирует от 0,30 до 1,51%. Повышенные концентрации $C_{орг.}$ (более 1%) характеризуют туфосилициты, туфоалевролиты и аргиллиты утхолокской свиты и нерасчлененных вивентекской и кулуновской свит, вскрытых в интервале разреза 2200–2600 м.

По распределению хлороформенного битумоида (ХБА), в разрезе выделяется три пачки. В породах верхней пачки (интервал 1200–1900 м) содержится незначительное количество сингенетического ХБА (0,0003–0,005%). В интервале глубины 1900–2200 м содержание ХБА в породах составляет 0,01–0,04%, величина битумоидного коэффициента – 2,2–4,2%. Эти значения коэффициента являются типичными для РОВ, не претерпевшего существенного катагенетического превращения. В аргиллитах, туфосилицитах и туфоалевролитах, выделяемых в третью пачку (инт. 2200–2600 м), содержание ХБА варьирует в широком диапазоне от 0,02 до 0,16%. В балансе РОВ битумоиды составляют 4,2–13,4%. Повышенные значения битумоидного коэффициента свидетельствуют о процессах новообразования и перераспределения восстановленных компонентов в процессе катагенеза (градация МК₂).

Термическая зрелость РОВ, определенная по показателю $T_{\max}$, плохо коррелируется с градациями катагенеза, установленными по отражательной способности витринита в породах. По значениям отражательной способности витринита катагенез РОВ в разрезе соответствует градациям ПК₃–МК₂, а по показателю $T_{\max}$ максимальная преобразованность РОВ не превышает градации МК₁ по шкале, разработанной для силицитов Сахалина.

По водородному индексу (НИ) РОВ туфосилицитов относится ко II типу (НИ – более 220–290 мгУВ/гС_{орг}), РОВ остальных изученных образцов – к III типу (НИ – 65–123 мгУВ/гС_{орг}) [3]. Количество УВ, способных образоваться в условиях катагенеза (величина S_2), варьирует в широких пределах от 0,32 до 3,66 мгУВ/г породы. Повышенный генерационный потенциал породы определяется как более благоприятным составом РОВ (II тип), так и его содержанием в породе. В целом, только незначительная часть пород изученного разреза может относиться к породам, способным генерировать жидкие УВ в количестве, достаточном для образования их скоплений.

При прогнозе перспектив нефтегазоносности аквальной части бассейна важнейшим аспектом являются палеотектонические и палеофациальные реконструкции, позволяющие оценивать состав и строение осадочного разреза. В настоящее время наличие в разрезе бассейнов биогенно-кремнистых отложений, которые выделяются по сейсмическим данным, является позитивным фактором при оценке перспектив нефтегазоносности, т.к. они обладают повышенным УВ потенциалом и способны генерировать УВ в относительно мягких термических условиях. Однако, различия в условиях накопления силицитов приводят к заметным вариациям состава РОВ и его УВ потенциала [4].

При моделировании процесса нефтегазообразования в Голыгинском ОБ важной задачей является оценка объема и возможного вещественного состава биогенно-кремнистых отложений. Преобладание в разрезе аквальной части Голыгинского бассейна туфогенных пород, аналогичных изученным на суше, не может рассматриваться как благоприятный фактор для оптимистичной оценки УВ ресурсов в бассейне.

1. *Крапивенцева В.В., Сайфутдинов С.З.* Голыгинский прогиб Камчатки и перспективы его нефтегазоносности // Тихоокеанская геология. 1987. №1. С. 66–76.
2. Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря / Ред. К.Ф. Сергеев. М.: Наука, 2006. 130 с.
3. *Тиссо Б., Вельте Д.* Образование и распространение нефти. М.: Мир, 1981. 501 с.
4. *Грецакая Е.В.* Исходный нефтегазоматеринский потенциал органического вещества осадков (на примере впадин Охотского моря). Владивосток, 1990. 111 с.

There was carried out geochemical study of the rock of the Golyiginskiy basin. There was established that organic matter (TOM) is mainly of III type. Hydrogen index (HI) is varied from 65 to 290 mgHC/gTOM, output of HC are 0,32–3,66 mgHC/g rock. Minor part of the rock (tuffsiliceous, tuffaleurolite) has an increased HC potential. Spread of that rock in the aqua part of the basin should be considered as negative factor during estimation of the basin HC resources.

А.Н. Дмитриевский

(Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва)

**Перспективы освоения нефтегазовых ресурсов
континентального шельфа арктических и дальневосточных
морей России**

A.N. Dmitrievsky

(Institute of oil and Gas problems RAS, Moscow)

**Prospects of developing of oil and gas resources on the Russian
Arctic and Far-east continental shelf**

К началу XXI века добыча нефти на акваториях морей и океанов превысила 1,0 млрд тонн, а добычи газа – 700,0 млрд м³ в год или соответственно 35% и 32% от мировой нефтегазодобычи. Для России XXI век ознаменован началом промышленной добычи нефти и газа на континентальном шельфе.

В соответствии с прогнозной оценкой начальные извлекаемые ресурсы углеводородного сырья шельфа России достигают почти 100,0 млрд тонн условного топлива, в том числе 16,7 млрд тонн нефти и конденсата и 78,8 трлн м³ природного газа. Анализ структуры распределения начальных суммарных ресурсов по акваториям показывает, что более 90% ресурсов сосредоточено на континентальном шельфе арктических и дальневосточных морей, в том числе 62,7% приходится на Западную Арктику (Баренцево, Печорское и Карское моря).

К настоящему времени выявлено более 450 локальных объектов, открыто 32 месторождения, в том числе супергигантские газовые Штокмановское, Русановское, Ленинградское в Западной Арктике и крупные месторождения нефти и газа в Охотском море на северо-восточном шельфе о. Сахалин (Лундское, Пилтун-Астохское, Аркутун-Дагинское).

Как показывает мировой опыт, поиски и разведка морских месторождений нефти и газа могут успешно проводиться практически в любых природно-климатических условиях континентального шельфа. Однако технических средств для разработки месторождений УВ и опыта ее организации в значительной части арктических морей в условиях многометровых по толщине подвижных льдов в стране не существует. Нет подобного опыта и в мировой практике. Поэтому углеводородные ресурсы континентального шельфа следует разделить по степени технической доступности, а из технически доступных выделить ту часть, которая может рентабельно разрабатываться при существующих или перспективных экономических условиях.

На акваториях техническая доступность ресурсов определяется, прежде всего, двумя факторами: глубиной моря и природно-климатическими условиями, главным образом, ледовой обстановкой. В зависимости от этих двух факторов технические средства поисково-разведочного бурения и разработки месторождений существенно различаются.

В экстремальных природно-климатических условиях арктических морей (северо-восток Баренцева, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, север Берингова и север Охотского) существующие и конструируемые технические средства позволяют осуществлять разработку морских месторождений лишь на глубинах моря до 50–60 м.

Проблема разработки месторождений на глубинах моря свыше 100 м в экстремальных природно-климатических условиях может быть решена при использовании подводно-подледных добывающих систем, идея создания которых принадлежит ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова.

В настоящее время доступные ресурсы нефти континентального шельфа Российской Федерации составляют 9,2 млрд тонн.

As world experience has shown, successful exploration and prospecting of oil and gas fields on continental shelves can be carried out practically under any environmental conditions. But there is no technology for HC fields development as well as no management experience for the most part of Arctic seas with their thick floating ice, both in Russia and abroad. Because of this the HC resources of continental shelf should be divided by their technological accessibility and the part usable for payable development in present or long-germ economic environment should be marked out.

А.В. Егоров

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: avegorov@ocean.ru)

Основные закономерности формирования газогидратных скоплений в акваториях

A.V. Egorov

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: avegorov@ocean.ru)

Some foundations of gas hydrate formation in deep water areas

Газогидраты (ГГ) это кристаллические нестехиометрические соединения молекул воды и газа клатратного типа. В одном кубическом метре ГГ содержится 160 кубических метров метана. ГГ устойчивы в довольно жестких термобарических (Р-Т) условиях низких температур и высоких давлений.

Благоприятные Р-Т условия существуют на 90% площади дна Мирового океана. Однако потенциально гидратоносными являются лишь 10%, в основном, связанные с континентальным склоном и его подножием. Причина этого – недостаток метана, поскольку необходимым условием стабильности ГГ является наличие газа гидратообразователя в концентрациях равных растворимости. Столь высокая концентрация порядка нескольких литров метана на литр воды не является типичной для донных осадков Мирового океана. С увеличением поддонной глубины растет температура в осадках и в конце-концов достигается глубина, на которой Р-Т условия стабильности ГГ уже не выполняются. Это так называемая нижняя граница зоны стабильности ГГ. С увеличением глубины акватории эта граница заглубляется в осадки, ей часто соответствует сейсмический признак – Bottom Simulation Reflector (BSR).

Потенциально газогидратоносные акватории связаны с потенциально нефтегазоносными акваториями, к которым относятся районы с высоким содержанием органического вещества, высокими скоростями осадконакопления и мощным осадочным чехлом. Рассматривая ГГ как потенциально нефтегазоносный ресурс необходимо базироваться на общих принципах теории нефтегазообразования. Единственным принципиальным различием является отсутствие у ГГ в отличие от нефти и газа текучести. Это приводит к специфическим механизмам накопления ГГ отличных от механизмов накопления залежей нефти и газа. В качестве основных источников метана для ГГ обычно рассматривается метан микробиального и катагенетического генезиса.

В современной литературе выделяют два типа ГГ скоплений: ГГ вблизи поверхности и ГГ связанные с глубокими горизонтами и BSR. Им соответствуют два разных механизма формирования ГГ: связанные с интенсивными локализованными разгрузками газа и с диффузно рассеянными потоками. Рассматриваются так же две разные формы миграции метана для образования ГГ: фильтрация газа в самостоятельной фазе и в виде насыщенного раствора в иловых водах.

Поисковыми критериями на ГГ традиционно считается сейсмическая граница – BSR, с которой связывают глубоко залегающие ГГ. Для поисков близ поверхностных ГГ требуется наличие разломных зон, подводных грязевых вулканов, газовых сипов, карбонатных построек на дне, повышенных содержаний метана в придонной воде и донных осадках.

Признаки гидратоносности обнаружены в 75 районах Мирового океана как на пассивных, так и на активных окраинах, а также в озерах: соленом – Каспийское море и пресном – озеро Байкал. В 27 районах наличие ГГ подтверждено прямым пробоотбором. Причем ГГ подняты как в результате проведения глубоководного бурения, так и из поверхностных осадков отобранных обычными грунтовыми трубками. Распространенность ГГ в осадках Мирового океана подчинена циркумконтинентальной зональности, что соответствует в основном современным представлениям о геологии и геохимии ГГ.

Во многих странах (США, Канада, Япония, Южная Корея, Индия) существуют национальные программы по исследованию ГГ в акваториях и оценки их ресурсов. Ряд районов, такие как Мексиканский залив, хребет Блейк, Гидратный хребет и др. послужили полигонами детального специализированного исследования на предмет ГГ в рамках международных программ глубоководного бурения. Наиболее амбициозная национальная программа у Японии, где пробная добыча должна была начаться уже в 2007 году.

В России ГГ обнаружены и исследованы в осадках Охотского моря и озера Байкал. В Каспийском и Черном морях ГГ обнаружены в районах, ранее принадлежащих Советскому Союзу. В российском секторе Черного и Каспийского морей ГГ пока не обнаружены. Черное море является более перспективным на обнаружение ГГ, которые могут быть связаны с подводными грязевыми вулканами в Туапсинском прогибе, а также с потенциально нефтегазоносными районами вала Шатского.

Наиболее изученным в России являются ГГ озера Байкал. Здесь в начале 90-х годов в осадочном чехле были выявлены обширные поля распространения BSR. В 1997 году в результате глубоководного бурения (скважина BDP-97) на глубинах 121 и 161 метров под дном были обнаружены первые ГГ. В 2000 г. был поднят первый ГГ из донных осадков подводного грязевого вулкана "Маленький" (Южная котловина). Начиная с 2004 года неглубокозалегающие ГГ систематически обнаруживают в различных глубоководных районах озера Байкал. Среди них есть ГГ образованные из микробиального и катагенетического метана, а так же из метана смешанного генезиса. Газогидраты из катагенетического метана найдены в районе высачивания нефти и пузырьков газа со дна озера Байкал при глубине воды порядка 900 метров. Комплексные изучения ГГ Байкала осуществляется как российскими учеными, так и иностранными в рамках ряда международных проектов. По Российско-Японской программе проводится подготовка технологии методов добычи метана из ГГ оз. Байкал.

Проблема ресурсов газа в газогидратной форме является одной из основных задач изучения природных ГГ. Существующие оценки ресурсов отличаются на порядки величин, что говорит о еще недостаточной изученности этой проблемы. По одним оценкам содержание метана в ГГ форме превышает ресурсы углерода на Земле во всех формах, включая битумы и уголь. Однако в последнее время, по мере повышения изученности проблемы ресурсные оценки уменьшаются, приближаясь к величине сопоставимой с суммарными запасами углеводородных газов на Земле.

Одной из серьезнейших проблем при оценке ресурсов газа в ГГ является неразработанность технологий добычи метана из природных ГГ. Особенно это важно для аквальных ГГ, где ГГ находятся в неконсолидированных осадках, для которых невозможно применить методы разработанные для континентальных залежей ГГ. Возможно, что неглубоко залегающие ГГ окажутся более перспективным объектом для разработки, поскольку ГГ имеют плотность меньшую, чем у воды и могут всплывать под действием архимедовых сил. Здесь нерешенной проблемой является неразработанность методов определения структуры ГГ скоплений. Прямым пробоотбором может опробоваться лишь верхняя часть ГГ скопления, которая зачастую имеет очень причудливую форму. Геофизические методы тоже не эффективны для таких скоплений. Вероятно, разработка технических средств неглубокого подводного бурения, даст возможность существенного прорыва в изучении скоплений ГГ вблизи дна.

В заключении следует отметить существенный прорыв в изучении природных газовых гидратов, который произошел в последние 10–15 лет. Огромную роль здесь сыграли высокотехнологичные исследования, связанные с глубоководным бурением, специализированно нацеленным на изучение ГГ. В этой области российские ученые практически не принимали участия. Существенные достижения получены в исследованиях неглубоко залегающих ГГ, где роль российских ученых оказалась чрезвычайно высокой. Дальнейший прогресс в изучении природных ГГ будет связан с применением современных технологий и новых методов исследования.

Some foundations of gas hydrate formation in deep water areas are considered. Gas hydrates are considered within the framework of the traditional theory of oil and gas formation. The basic role is allocated to mechanisms creation of high methane concentration in the zone of gas hydrate stability zone. The new data on distribution and structure gas hydrates in deep-water sediments of Lake Baikal are submitted.

А.И. Конюхов

(Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, e-mail: konyuhovgeo@mail.ru)

**Роль тектонических и климатических факторов
в формировании месторождений нефти и газа на
континентальных окраинах Южной Атлантики**

A.I. Konyukhov

(Faculty of geology of Moscow State University, Moscow)

**Significance of tectonic and climatic factors in the formation of
oil and gas fields on the continental margins in South Atlantic**

В строении осадочных бассейнов континентальной окраины Бразилии, Кампос и Сантос, участвует значительный по мощности (7–9 км) комплекс карбонатно-терригенных отложений мелового–плейстоценового возраста. Они соответствуют нескольким тектоно-седиментационным циклам: неоком-аптскому, альб-сенонскому, маастрихт-эоценовому (лютетский век), ипрско-среднемиоценовому и позднемиоцен-плейстоценовому. Первый был связан с рифтовым, второй – с раннеокеаническим, остальные – с океаническими этапами развития бассейнов. В основании осадочного чехла находятся континентальные терригенно-карбонатные и соленосные породы неоком-аптского возраста (формации Лагоа Фея и Буракика (мощность 1500 м). В начале альба здесь сформировался палеошельф – подводная карбонатная платформа. Породы этого возраста выделяются как формация Макае (мощность от 500 до 2000 м), в нижней части которой развиты водорослевые биогермы с горизонтами глинистых известняков, тогда как в верхней преобладают гемипелагические глины. Они переслаиваются с песчаниками, происхождение которых связано с действием мутьевых потоков.

Начиная с этого времени состав осадков, накапливавшихся в бассейнах Сантос и Кампос, во многом определялся тектоническими событиями, происходившими на другой стороне Южной Америки. Горообразовательные процессы, начавшиеся в Перуанских Андах, транслировались через весь континент. С ними было связано обновление рельефа в пределах Бразильского щита, которое сопровождалось выносом терригенного материала на шельф и континентальный склон и замене карбонатов песками и глинистыми осадками. Подвижки, происходившие в диапазоне с 90 до 75 млн л. н (перуанская фаза складчатости) привели к смене на атлантической окраине континента карбонатных осадков терригенными песчано-глинистыми отложениями, которые накапливались и в сенонское время.

Следующая крупная активизация была связана с инской фазой тектогенеза (50–40 млн лет назад). Она проявилась в полном вытеснении карбонатных осадков песчаными образованиями. Особенно мощные линзы и горизонты песков сформировались в это время на палеосклоне в бассейне Кампос. В конце эоцена и начале олигоцена на отдельных участках шельфа поя-

вились небольшие зоны, в которых накапливались карбонатные осадки, что свидетельствовало о постепенном затухании тектонических подвижек. Подобный режим седиментации сохранялся вплоть до среднего миоцена с перерывом в среднем олигоцене, когда значительное падение уровня океанских вод привело к частичному размыву ранее накопленных осадков в пределах шельфа и аккумуляции мощных линз песчаных турбидитов и оползней в средней и нижней частях континентального склона.

Последний тектоно-седиментационный цикл был связан с подвижками, происходившими в Андах между 15 и 13 млн л. н. (кечуанская фаза складчатости), приведшими к широкому распространению песков, отложенных зерновыми и мутьевыми потоками на континентальном склоне бассейнов Кампос и Сантос. Толща терригенных осадков мощностью до 4000 м (формация Кампос) является основным нефтегазоносным комплексом в этих бассейнах. Их углеводородный потенциал определяют глинистые, битуминозные породы Лагоа Фея (мощность 100–500 м), накапливавшиеся на рифтовом этапе развития бассейна. Генерированные ими УВ перемещались вдоль базальной поверхности соляной толщи до обширных “окон”, в которых соль отсутствует. Отсюда миграция УВ в вышележащие отложения, где они заполняли структурные ловушки. Соляной экран становился проницаемым над крупными трансформными разломами в эпохи тектонических подвижек. Именно в этих зонах открыто большинство крупных месторождений нефти и газа в бассейнах Сантос и Кампос.

В периконтинентальных бассейнах Западной Африки аптские соли перекрыты породами карбонатной платформы. Их возраст определяется как альб – поздний мел. В Ангольском бассейне они выделяются в составе группы Пинда, выше которых залегают мергели и глины палеоцен-эоцена (группа Иабе-Ландана). Тектоническая активизация на рубеже эоцена и олигоцена, связанная с развитием Восточно-Африканской рифтовой системы, привела к размыву значительной части этих образований. На окраине Габона перерыв в седиментации включает промежуток почти в 15 млн лет. Ниже поверхности несогласия залегают карбонаты пелагического облика, выше – терригенные кластические осадки (группа Малембо), аккумуляция которых обеспечивалась выносами р. Конго. Это проградационный комплекс песков, алевритов и глин. Его мощность особенно велика в районе Нижнего Конго. С ранним миоценом было связано второе эрозионное событие, приведшее к уничтожению части осадков внешнего шельфа и верхней половины склона.

Несмотря на то, что осадочные бассейны на окраинах Бразилии и Западной Африки в позднем мелу и палеогене располагались в пределах одной, климатической зоны, состав отложений здесь и там существенно разный. В бассейнах Сантос и Кампос время формирования карбонатной платформы ограничено первой половиной альбского века, тогда как в бассейнах Западной Африки оно продолжалось вплоть до конца эоцена. Замещение карбонатных осадков терригенными, с которыми связаны основные скопления

УВ, в обоих регионах было обусловлено крупными фазами региональных тектонических движений. Таким образом, тектонический фактор сыграл доминирующую роль в формировании и размещении залежей нефти и газа в осадочных бассейнах континентальных окраин Южной Атлантики.

The tectonic movements that had happened in Andes for the Late Mesozoic and Cenozoic, occurred a great deal of influence on the sedimentation on shelf and slope of Brazil (Santos and Campos basins), where carbonates were changed by sandstones and mudstones. Accumulation of the carbonate sediments on the continental margin of West Africa was interrupted by wide erosion in the end of Eocene that was result of the evolution of East African rifts. After that only silici-clastics deposited in Angola, Gabon and Congo basins for the rest of Cenozoic.

**М.В. Куликова^{1,5}, Д. Поорт², Т.В. Матвеева¹, Л.Л. Мазуренко¹,
Я.К. Джин³, Х. Шоджи⁴**

(¹ВНИИОкеангеология, Английский пр., 1, 190121, Санкт-Петербург, e-mail: maarkul@yandex.ru, ²Центр морской геологии, Гент, ³Институт Полярных Исследований, Юнсу-ку Инчон, 406-840, Корея, ⁴Технологический институт, Китами, 165 Коен-че, 090-8507, Китами, Япония, ⁵СПбГУ, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург)

Геотермическое моделирование для определения параметров скоплений газовых гидратов, образованных в отложениях различных типов очагов разгрузки флюидов

**M.V. Kulikova^{1,5}, J. Poort², T.V. Matveeva¹, L.L. Mazurenko¹,
Y.K. Jin³, H. Shoji⁴**

(¹VNIIOkeangeologia, St.Petersburg, ²Renard Centre of Marine Geology, Gent, ³Korea Polar Research Institute, Yunsu-ku Incheon, ⁴Kitami Institute of Technology, Kitami, ⁵Saint-Petersburg State University, St.Petersburg)

Geothermal modeling for the determination of parameters for gas hydrate accumulations formed in different types of fluid discharge structures

Целью данной работы являлось изучение особенностей естественных тепловых полей, обусловленных и/или связанных с газогидратообразованием в очагах разгрузки флюидов двух типов: разгрузка свободного газа (на примере скоплений гидратов, приуроченных к очагам разгрузки газа в Охотском море [1] и активные грязевые вулканы (на примере газогидратопроявлений, связанных с грязевыми вулканами Кадисского залива. Основной задачей данного исследования являлось построение концептуальных моделей тепловых полей с учетом динамики флюида в зонах разгрузки, где были отобраны газовые гидраты. Использовались данные измерений температуры и теплопроводности газогидратоносных отложений очагов разгрузки газа «Хаос» и «Обжиров» *in situ* зондовым методом и в кернах, полученные в ходе 31 и 32 рейсов НИС «Академик Лаврентьев» в Охотском море [2] и результаты геотермического зондирования отложений газогидратоносного грязевого вулкана Бонджардим в ходе рейса SO175 на НИС «Зонне» [3].

Для Охотского моря одномерное моделирование распределения температур с глубиной позволило определить скорость поднятия флюида в пределах исследуемых очагов разгрузки. Использовалось уравнение для поднимающегося флюида:

$$T(z) = T_r - (T_r - T_0) * \exp(\rho_f * c_f * v * z / \lambda_m),$$

где T_0 – температура придонных осадков, T_r – температура осадка на глубине источника флюида или большая, ρ_f – плотность флюида, c_f – теплоемкость флюида, v – скорость поднятия флюида (отрицательная для восходящего потока), z – глубина, λ_m – теплопроводность флюида. Методом подбо-

ра удалось найти хорошее соотношение между глубиной источника (200 м – глубина залегания горизонта BSR по данным сейсмоакустического профилирования) и измеренным тепловым потоком в верхних метрах осадка структуры «Хаос». Для структуры «Обжиров» подходящее соотношение найдено не было, что означает, что принятая модель не удовлетворяет процессам, происходящим в данном очаге разгрузки. Видимо в его пределах разгружается преимущественно газ. Для структуры «Хаос» расчетная скорость восходящего потока флюида варьирует в пределах 13–20 см/год. Основываясь на одномерном моделировании, была построена двумерная модель методом конечных элементов с помощью программного пакета «Комсол Мультифизикс». Она позволила определить радиус очага разгрузки флюида, равного 80 м для структуры «Хаос» (рис. 1) и положение зоны стабильности газовых гидратов для исследуемого района.



Рис. 1. Одномерная модель теплового поля для отложений очага разгрузки «Хаос».

Для моделирования теплового поля глубоководного грязевого вулкана Бонжардим использовались как данные измерения теплового поля [3], так и расчетная скорость разгрузки флюида в его пределах, составляющая 1,3 см/год [4]. Была построена двумерная модель, аналогичная построенной для отложений очага разгрузки «Хаос». Данная модель позволила определить радиус очага разгрузки флюида, равный 1,5 км для грязевого вулкана Бонжардим и положение зоны стабильности газовых гидратов для скопления, образованного в его пределах. Такая модель учитывает скорость поднятия флюида только в пределах ослабленной зоны. Для более точного двумерного моделирования теплового поля было рассчитано распределение скоростей по закону Дарси для всей области. Для этого использовался метод конечных элементов. Задавались параметры осадка и распределение давлений. Таким образом, полученная двумерная тепловая модель учитывает как кондуктивный, так и конвективный перенос тепловой энергии в пределах всей области моделирования (рис. 2).

Работа выполнена при поддержке NWO-RFBR грант 047.011.2004.037, MF-RFBR грант 05-05-66860-MF.

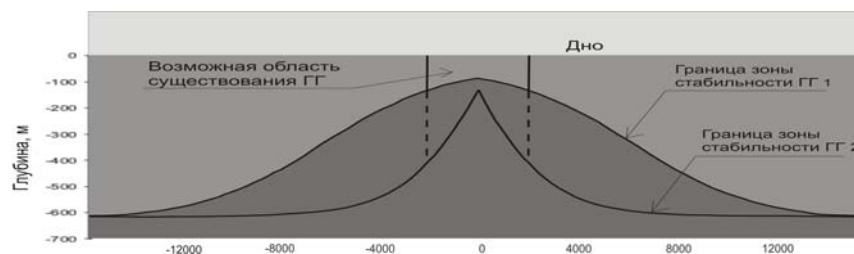


Рис. 2. Границы скопления газовых гидратов и положение нижней границы зоны стабильности газовых гидратов в пределах грязевого вулкана Бонд-жардим для: модели, учитывающей распределение скоростей – 1; модели, учитывающей скорости только в ослабленной зоне – 2.

1. Shoji, H., Soloviev, V., Matveeva, T., Mazurenko L.L., Minami, H., Hachikubo, A., Sakagami, H., Hyakutake, K., Kaulio, V., Gladyshev, V., Logvina, E., Obzhairov, A., Baranov, B., Khlystov, O., Biebow, N., Poort, J., Jin, Y.K., Kim, Y. Hydrate-Bearing Structures in the Sea of Okhotsk // EOS. 86(2). 2005. P. 13–24.
2. Matveeva T., Soloviev V., Shoji H., Obzhairov A., ed. Hydro-Carbon Hydrate Accumulations in the Okhotsk Sea (CHAOS Project Leg I and Leg II). Report of R/V Akademik M.A. Lavrentyev Cruise 31 and 32: VNIIOkeangeologia. St. Petersburg, 2005. 164 p.
3. Kopf A. and Participants a.c. Report and preliminary results of Sonne cruise SO-175, Miami-Bremerhaven, 12.11.-30.12.2003. Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, 2004. N 228.
4. Hensen C. et al. Sources of mud volcano fluids in the Gulf of Cadiz – indications for hydrothermal imprint // Geochim. Cosmochim. Acta. 2007. doi:10.1016/j.gca.2006.11.022.

The models describing a hydrate-fluid system in two cases of study: the Sea of Okhotsk (gas seepage structures) and Gulf of Cadiz (mud volcano) are developed. The ascending fluid velocities and type of fluid transfer can be estimated from 1D models. 2D numerical modeling of thermal field allows determination of the base of gas hydrate stability zone and the size of gas hydrate accumulation.

М.М. Марина, Ю.М. Берлин

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail: marina@ocean.ru)

**Прогноз распределения органического вещества
в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях северо-
восточной части Черноморского региона**

M.M. Marina, Y.M. Berlin

(Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Prediction of organic matter distribution in Oligocene – Early
Miocene rocks north-east of the Black Sea region**

В тектоническом отношении рассматриваемая территория охватывает Индоло-Кубанский и Керченско-Таманский прогибы и частично присклонные районы Восточно-Черноморской впадины. Многочисленными исследованиями по обрамлениям Черного и Азовского морей, данных бурения морских скважин, глинистых брекчий из грязевых вулканов установлено, что олигоцен-нижнемиоценовые отложения (майкопская свита) можно рассматривать в качестве одного из основных нефтегазоматеринских и нефтегазосодержащих комплексов. Известно, что масштабы генерации углеводородов (УВ) и их фазовый состав связан, в первую очередь, с концентрацией и типом fossilized органического вещества (ОВ). Поэтому с точки зрения дальнейших поисков залежей нефти и газа важной задачей является прогноз распределения этих параметров на неизученные бурением районы Черного моря.

Как было установлено предыдущими исследованиями, одним из важнейших факторов, влияющих на накопление органического углерода ($C_{орг.}$) в осадках, является скорость седиментации ($V_{сед.}$). Отчетливая численная связь этих двух параметров выявлена и для отложений майкопской свиты в Черноморском регионе, где были изучены разрезы как на его обрамлениях, так и в акватории (всего около 2000 определений $C_{орг.}$ и около 100 различных характеристик ОВ). Анализ имеющихся данных показал, что наиболее высокие концентрации, колеблющиеся от 1,4 до 1,8%, отвечают $V_{сед.}$ от 60 до 140 м/млн лет, то есть в этом диапазоне $V_{сед.}$ формируются отложения, обогащенные ОВ. Два смежных интервала, соответствующие $V_{сед.}$ – 40–60 и 140–160 м/млн лет, также характеризуют условия, довольно благоприятные для формирования нефтематеринских толщ. Соответствующие средние концентрации $C_{орг.}$ колеблются в пределах 0,8–1,4%. Анализ статистических данных показывает, что осадки с таким уровнем средних концентраций $C_{орг.}$, как правило, содержат прослои, обогащенные $C_{орг.}$ до 2–3%. Геохимические характеристики ОВ майкопской свиты Черноморского региона с содержанием $C_{орг.}$ 0,8–1,8% отвечают II типу керогена, генерирующему нефтяные УВ. Два следующих интервала $V_{сед.}$ – 30–40 и 160–180 м/млн лет, характеризуют накопление ОВ смешанного II–III типа. И, наконец, при скоро-

стях седиментации, достигающих очень высоких значений (>180 м/млн лет) или, наоборот, очень низких (<30 м/млн лет) в отложениях накапливается ОВ III типа, способное генерировать газовые УВ. Граничные значения $V_{\text{сед.}}$ в двух последних зонах не определены в результате ограниченности имеющихся данных. Составленный график зависимости содержания $C_{\text{орг.}}$ от $V_{\text{сед.}}$ и карта мощностей майкопской свиты послужили основой для построения в исследуемом районе схематической карты распределения ОВ в соответствующих отложениях. Ее анализ позволяет сделать следующие выводы:

- наиболее “качественное” ОВ II типа (обогащенное сапропелем) прогнозируется на значительной части Индоло-Кубанского и крыльях Керченско-Таманского прогибов, в присклоновой части Восточно-Черноморской впадины;
- ОВ II типа распространено на значительно меньшей территории в пределах центральной акваториальной части и крыльев Индоло-Кубанского прогиба и крыльев Керченско-Таманского прогиба;
- ОВ II–III типа (смешанный сапропелево-гумусовый) развит узкой полосой на северном обрамлении Индоло-Кубанского прогиба, обрамлении Анапского выступа и в Керченско-Таманском прогибе;
- ОВ III типа прогнозируется в центральной части Керченско-Таманского прогиба.

Prognostic studies were made of the concentration and types of organic matter in Oligocene-Lower Miocene rocks north-east of the Black Sea. A schematic map showing spatial distribution of different types of organic matter was drawn.

В.В. Матвеевков, О.В. Левченко, Л.П. Волокитина

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва)

**Зона тектонической деформаций в Центральной котловине
Индийского океана – перспективная структура для образо-
вания крупных скоплений углеводородов**

V.V. Matveenkov, O.V. Levchenko, L.P. Volokitina

(Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Intraplate deformation zone in the Central Indian Ocean Basin
are the perspective structure of the mainor carbonate's
formation**

Одним из возможных путей образования скоплений углеводородов на дне океана является серпентизация пород верхней мантии морской водой вдоль долгоживущих глубинных разломов в океанской коре. Однако основная часть метана и других углеводородов, образующихся в результате серпентинизации мантийных пород и попадающих с гидротермами в морскую воду, рассеивается в гидросфере. Для концентрации углеводородов необходимо чтобы гидротермы просачивались через осадочный чехол достаточной мощности, не достигая поверхности дна океана. Наиболее благоприятной для образования залежей углеводородов является осадочная толща с чередующимися слоями – проницаемые и непроницаемые границы, и осадочный чехол частично разорван тектоническими нарушениями, по которым гидротермы могут просачиваться в вышележащие проницаемые песчаные слои осадков.

В Индийском океане перспективной структурой является зона тектонических деформаций в Центральной котловине. Протяженность зоны составляет 1600 км ширина 1000 км. Зона характеризуется блоковыми поднятиями фундамента шириной 100–300 км и высотой 1–3 км. Широко развиты разломы различных порядков, субмеридиональные взбросы, надвиги и сдвиги. Фундамент океанической коры в котловине сложен типичными толеитами. Участки серпентинизированной мантии шириной 10–15 км располагаются перпендикулярно направлению древних трансформных разломов. В зоне деформаций существует сейсмичность с амплитудой от 5,2 до 7,2. Распределение теплового потока в Центральной котловине неоднородно: особые высокие тепловые потоки наблюдаются в районе тектонических деформаций. Осадочный материал, отлагаемый в зоне Бенгальского конуса выноса, содержит огромное количество органического вещества.

Скважины глубоководного бурения 717-718, пробуренные в южной части зоны деформаций показали, что вдоль разломов, затрагивающих нижний, поздне меловой–позднемиоценовый, осадочный комплекс, происходит подъем глубинных гидротерм. Между скв. 719-718 вдоль разлома фиксируются максимальные величины теплового потока, достигающие 166 мВт/м². Это свидетельствует, что вдоль разлома происходит активное просачивание

глубинных гидротерм. В результате взаимодействия с горячими глубинными водами в осадках происходит накопление метана, содержание которого в колонке скв. 718 достигает 2,50 мл/л по сравнению со средними значениями в 0,65 мл /л в осадках не подверженных воздействию гидротерм (скв. 116).

Анализ геологической ситуации зоны деформаций в Центральной котловине Индийского океана показывает, что здесь имеются все необходимые условия для формирования скоплений углеводородов на океанском дне: серпентинизация пород верхней мантии, сопровождаемая гидротермальной активностью, мощный стратифицированный осадочный чехол, где выделяется два структурных комплекса, длительность процесса нарушения океанической коры, которое отмечается не менее 7 млн лет. Наиболее перспективна в этом плане северная часть Бенгальского конуса выноса, где мощности стратифицированных толщ турбидитов достигают многих километров. Если процессы деформаций, проявившиеся в океанической коре Центральной котловины, проявляются и на континентальном склоне и шельфе Индостана, формирование скоплений углеводородов возможно и в этих зонах

We studied the geology and tectonics of the Intraplate deformation in the Central Indian Ocean Basin. In the issue the necessities of conditions for carbonates condition are existed there. So there are the crystal structure long-lived ocean fracture zones, the serpentization of rocks, hydrothermal activity, much layered sediments of different thick and composition, high organic deposits also.

**Н.А. Николаева, А.Н. Деркачев, А.И. Обжиров,
А.В. Сорочинская**

(Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного
отделения Российской академии наук, г. Владивосток, e-mail: nikolaeva@poi.dvo.ru)

**Минералого-геохимические признаки формирования
и дегградации газовых гидратов в приповерхностных
горизонтах осадков северо-восточного склона о-ва Сахалин**

N.A. Nikolaeva, A.N. Derkachev, A.I. Obzhirov,

A.V. Sorochinskaya

(V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy
of Sciences, Vladivostok)

**Mineralogical-geochemical indicators of the formation
and destabilization of gas hydrates in near-surface sediments
of Sakhalin north-eastern slope**

В Охотском море проявления метановых сипов и сопутствующие им газогидраты известны на двух участках: в районе о-ва Парамушир (Зоненшайн и др., 1987) и на островном склоне северо-восточного Сахалина (Гинсбург, Соловьев, 1974; Ginsburg et al., 1993; Обжиров и др., 1989). Наиболее крупное и детально изученное из них расположено у берегов о-ва Сахалин.

В данном сообщении приведены основные результаты комплексных исследований, проведенных в этом районе в рамках российско-германского и российско-японско-южно-корейского проектов КОМЕХ (1998–2004 гг.) и СНАОС (2003–2006 гг.). По этим проектам был выполнен широкий комплекс исследований: сейсмоакустическое профилирование, эхозондирование, съемка локатором бокового обзора, подводная видеосъемка, газогеохимические и литологические исследования (Cruise Report, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004, 2006). В результате на северо-восточном склоне о-ва Сахалин были околонтурены два крупных участка, в пределах которых выявлено более 15 структур с явными признаками газовых эманаций, внешне проявленных в виде акустических аномалий типа «газовый факел» в толще вод. Большинство из них располагается в нижней части островного склона на глубинах 600–900 м, реже – в верхней его части на глубинах 350–400 м. Как правило, они приурочены к разломным зонам, особенно к участкам их пересечений. Морфологически устья «газовых факелов» приурочены к небольшим холмам высотой до 20–30 м, в ряде случаев (по данным подводной видеосъемки) в их пределах прослеживаются покмарки.

На участках локализации структур с явными признаками газовых эманаций было отобрано 77 литологических колонок, расположенных на разном удалении от центров фокусированной разгрузки метана. Осадки в пределах проявления газовых эманаций имеют характерные признаки, отличающие

их от фоновых отложений. К важнейшим из них относятся: текстура (пятнисто-слоистая, псевдобрекчиевидная, обусловленная газонасыщенностью осадков), следы интенсивной биотурбации, наличие газогидратов, темные оттенки осадков, вызванные специфической восстановительной обстановкой с высоким содержанием сульфидов железа (гидротроилит), повышенное содержание $C_{org.}$, интенсивный запах сероводорода, присутствие карбонатных конкреций, корок и раковин специфической хемосимбиотной фауны моллюсков (преимущественно *Calypptogena*) и др. По мере приближения к центрам фокусированной разгрузки метана интенсивность проявления этих признаков увеличивается.

В 27 колонках были подняты газогидраты. Они были обнаружены в основном в колонках, расположенных в нижней части островного склона на участках дна, наиболее приближенных к центрам метановых эманаций. В двух колонках газогидраты были обнаружены на небольших глубинах (385–390 м), критических для их существования. Это самые мелководные проявления газогидратов из известных в настоящее время в Мировом океане. Верхняя граница залегания газогидратов в толще осадков прослеживается от поверхности морского дна до глубины 350 см. Значительная часть колонок не вышла за пределы газогидратного слоя из-за высокой его плотности. На ряде участков выявлены явные признаки формирования и дестабилизации газовых гидратов в приповерхностных горизонтах осадков и на морском дне. Об этом свидетельствуют находки необычных по минеральному составу и морфологии арагонитовых карбонатных корок, во многом сходных с аналогичными образованиями Гидратного хребта аккреционной призмы Каскадия (западное побережье США), где их формирование связывается с гидратообразованием на поверхности морского дна (Bohrmann et al., 2002; Greinert et al., 2001). Подобные корки с арагонитовым цементом были обнаружены на северо-восточном склоне о-ва Сахалин впервые, несмотря на большой объем исследований, проведенных в этом районе.

В толще осадков газогидраты встречаются в виде слойков причудливой формы, ориентированных в субгоризонтальном, иногда в субвертикальном направлении, мощностью от нескольких миллиметров до 1–2 см. Реже встречаются линзы (комки овальной формы) размером до 2–8 см. Максимальная мощность чистого газгидратного прослоя составляла 34 см. Изученные газогидраты состоят в основном из метана (98–99%) с незначительной примесью CO_2 . Значения изотопного состава углерода метана из газогидратов колеблются в незначительных пределах (–60...–65‰ PDB), что свидетельствует в основном о биогенном происхождении метана в результате микробиального разложения органического вещества осадков (Леин, 2004; Леин, Иванов, 2005; Greinert et al., 2001; Mazzini et al., 2006; Mazurenko et al., 2005; Naehr et al., 2000; Sakai et al., 1992; Suess and Whiticar, 1989; Stakes et al., 1999 и др.). Это подтверждает и изотопный состав углерода карбонатных конкреций (представлены преимущественно Mg-кальци-

том, реже арагонитом), в изобилии встречающихся в отложениях вблизи центров газовых эманаций. По значениям изотопного состава углерода и кислорода ($-47,9\text{‰}$ – $-38,3\text{‰}$ и $3,3\text{‰}$ – $5,4\text{‰}$ PDB, соответственно) они хорошо согласуются с подобными образованиями холодных сипов из других районов Мирового океана (Леин, Иванов, 2005; Greinert et al., 2001; Naehr et al., 2000; Stakes et al., 1999; Teichert et al., 2005 и др.) и существенно отличаются от карбонатных конкреций, в формировании которых принимали участие другие источники метана (например, термогенный).

Результаты исследований показывают, что проявления многочисленных метановых эманаций на северо-восточном склоне о-ва Сахалин связаны с генерированием газа в верхней части осадочной толщи. Об этом свидетельствуют компонентный состав газов (в том числе и сопутствующих газогидратов), в котором практически отсутствуют тяжелые углеводородные гомологи метана, легкий изотопный состав углерода метана, отсутствие в колонках осадков грязевулканических брекчий, изотопный состав углерода карбонатных конкреций. Данных, подтверждающих глубинность очага формирования газов, в частности существование типичных грязевулканических структур, на исследованном участке дна не установлено. По всем вышеперечисленным признакам участки фокусированной разгрузки газов на северо-восточном склоне о-ва Сахалин существенно отличаются от типичных проявлений грязевого вулканизма на морском дне (Залив Кадис, Средиземное море, Хаакон Мосби и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Мировой океан» и грантов РФФИ №№ 01-05-64196-а, 06-08-96928-р_офи и 07-05-00541-а.

Complex investigations of areas with manifestations of gas emanations were fulfilled within NE Sakhalin slope. Carbonate concretions, chemosymbiotic fauna, gas-saturated sediments, gas hydrates were discovered near the centers of focused gas escapes. Analysis of obtained data has showed that methane is a main source of carbon, and it is generated as a result of microbial decomposition of the sediment organic matter within upper part of sedimentary sequence.

А.И. Обжиров

(Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева (ТОИ) ДВО РАН, Владивосток, Россия. e-mail: obzhirov@poi.dvo.ru)

Роль газогидратов в формировании нефтегазовых залежей в морских условиях

A.I. Obzhirov

(V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, e-mail: obzhirov@poi.dvo.ru)

The role of gas hydrate in the creation of oil gas deposit in the marine condition

Изучение распределения метана и других газов в воде Охотского моря лабораторией газогеохимии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева (ТОИ) Дальневосточного отделения (ДВО) Российской академии наук (РАН) было начато в 1984 году. Эти исследования были направлены на поиск нефтегазовых залежей на Сахалинском шельфе Охотского моря по договору с трестом «Дальморнефтегазгеофизика» (г. Южно-Сахалинск). Проектирование этих работ основывалось на газогеохимическом методе поисков залежей нефти и газа, разработанного лабораторией газогеохимии ТОИ (Обжиров, 1993). Было обнаружено, что над морскими нефтегазоносными структурами в придонной воде формировались аномальные поля метана и иногда тяжелых углеводородных газов. Эти аномалии характеризовали наличие нефти и (или) газа в этих структурах.

В процессе этих исследований в 1988 году на шельфе и северо-восточном Сахалинском склоне в придонной воде впервые были обнаружены потоки пузырей преимущественно метана (Обжиров и др., 1989). Они были зафиксированы в водной толще на эхограммах судового эхолота в виде звукорассеивающих субвертикальных тел, по виду напоминающих удлинённые конуса диаметром 100–200 м у основания, расположенного на поверхности дна. Высота их превышала 300–400 м, и иногда пузыри газа (метана) достигали поверхности моря.

В районе выходов пузырей метана на северо-восточном Сахалинском склоне на глубине моря около 700 м в 1988 и 1989 годы гравитационной трубкой сотрудниками ТОИ были подняты донные осадки. Керна отобранных осадков (илов) на глубине 2 м от поверхности дна был разрушен на отдельные кусочки, из которых выделялись пузыри метана, что говорило о наличии в донных осадках газогидратов. В 1991 году в осадках этого района на глубинах 1–5 м от поверхности дна были обнаружены газогидраты (Соловьев, Гинзбург и др. 1994).

В дальнейшем, в районе обнаружения газогидратов в 1998–2004 годы геологический, геофизический, газогеохимический, гидроакустический комплекс исследований в Охотском море выполнялся в рамках междуна-

родного Российско-Германского проекта КОМЕКС, а в 2003–2006 годы он продолжался в рамках Российского-Японского-Корейского проекта ХАОС. Отмечено, что в районах, где из донных осадков в воду выходит поток пузырей метана, залегают газогидраты. В районе этих потоков в воде формируются аномалии метана – 20000–30000 нл/л, которые явились одним из важных индикаторов поиска газогидратов (Обжиров и др., 2002).

Отмечено, что потоки пузырей метана связаны с сейсмо-тектонической активизацией региона. Газ (метан) мигрирует по зоне разлома из-под подошвы газогидратсодержащих отложений (BSR). Газогидратные слои являются хорошей крышкой свободных газов, и они накапливаются ниже подошвы газогидратсодержащих осадков. В период сейсмической активизации разлом разрывает эту толщу, и газы устремляются к поверхности. Частично он выходит в виде потока пузырей метана в воду и в атмосферу, а другая его часть снова образует газогидраты в верхних слоях донных осадков. Эти газогидраты можно отобрать гравитационной трубкой в районе потока пузырей метана. В результате потока метана и образования новых слоев газогидратов на поверхности осадков происходят морфоструктурные изменения с образованием ямок и бугров диаметром и высотой (или глубиной) более 10–20 м и в совокупности нарушенным полем более 500–1000 м диаметром.

В донных осадках на глубине 10–12 м ниже дна впервые обнаружен слой с аномальным содержанием метана (20–80 мл/л). Примечательно то, что он прослеживается на западном борту впадины Дерюгина на 4-х станциях, выполненных на площади около 500 км². Возможно, что это какой-то маркер палеообстановки (палеоклимата) в Охотском море в период накопления осадков этого слоя (рис.). Возможно, в период осаднения этих слоев в этом районе Охотского моря накапливались газогидраты.

Отметим, что газогидраты в Охотском море встречены только в районе наличия мощных толщ осадочных отложений (более 3000 м), содержащих углеводороды. С одной стороны они являются источниками метана и других углеводородов для формирования газогидратов, с другой, газогидраты являются хорошей крышкой и в них и под ними накапливаются углеводороды. То есть, это геолого-исторический процесс формирования месторождений нефти и газа, взаимосвязанный с формированием газогидратов в морских условиях.

Подтверждением того, что газогидраты образуются сопряженно с нефтегазовыми залежами являются геологические особенности нефтегазовых месторождений Прадхо-Бей и Купарук-Ривер Аляски. На них газ из нефтегазсодержащих пород по зоне разлома поднимается вверх и в зоне, благоприятной по давлению и температуре для образования газогидратов, формируются слои газогидратов, которые являются и крышкой и резервуаром углеводородов.

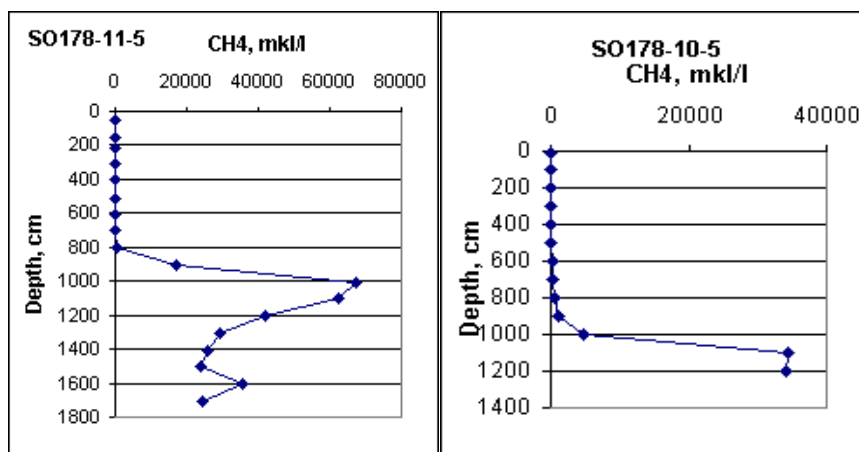


Рис. Аномальные концентрации метана (60–80 мл/л) в колонках донных осадков, обнаруженных на восточном Сахалинском склоне Охотского моря в интервале 10–12 м.

Таким образом, образование слоев газогидратов способствуют консервации углеводородов, так как они являются непроницаемыми для их миграции на поверхность. То есть, существует непрерывный процесс образования – нефтегазовых залежей и газогидратов. Такой же процесс происходит и в Охотском и других морях. Нефтегазосодержащие породы и месторождения нефти и газа Западной Сибири, возможно, сформировались, благодаря сопряженности процессов образования газогидратов и залежей нефти и газа.

1. Обжиров А.И., Казанский Б.А., Мельниченко Ю.И. Эффект звукоосеивания придонной воды в краевых частях Охотского моря // Тихоокеанская геология. 1989. №2. С. 119–121.
2. Обжиров А.И. Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов. М.: Наука, 1993. 139 с.
3. Обжиров А.И. и др. Мониторинг метана в Охотском море. Владивосток: Дальнаука, 2002. 250 с.
4. Соловьев В.А., Гинзбург Г.Д., Обжиров А.И., Дуглас В.К. Газогидраты Охотского моря // Отечественная геология. 1994. №2. С. 190–197.

Gas hydrate and oil-gas deposits relationship and gas hydrate help to form oil-gas deposits. Gas hydrate save hydrocarbon in the marine sediment on the historical-geology periods and over distribute it in the episodes of seismo-tectonic activity.

А.И. Обжиров¹, Н.Н. Лелюх²

(¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия, e-mail: obzhirov@poi.dvo.ru, ²Институт проблем морских технологий ДВО РАН, Владивосток, Россия, e-mail: n_lel@mail.ru)

Дистанционные газогеохимический и гидроакустический методы поиска нефтегазовых месторождений и полей газогидратов в морских условиях

A.I. Obzhirov¹, N.N. Lelyukh²

(¹V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, ²Institute of Marine Technology Problems FEB RAS, Vladivostok, Russia)

Remote gas-geochemical and hydroacoustic methods of search of oil-and-gas deposits and gas hydrate fields in sea conditions

Метан (и другие газы) образуют газогидраты, имеющие вид плотного снега, при условии наличия метана, воды, высокого давления и низкой температуры. На глубине моря около 300 м и температуре 0° С в донных осадках могут образоваться газогидраты. В 1 см³ газогидрата содержится 170 см³ метана в случае его разрушения при увеличении температуры и (или) повышении давления. В газогидратном состоянии содержится большой объем метана, который сопоставим с запасами природных газов на суше и море в виде газовых залежей. Обычно наблюдается сопряженность распространения газогидратов и нефтегазовых залежей.

В основу метода поиска залежей нефти и газа и полей газогидратов заложена природная закономерность, характеризующаяся тем, что на площадях распространения нефтегазовых залежей и газогидратов в морях из донных отложений в воду выделяются природные газы, преимущественно метан. В районе сейсмо-тектонически активных разломов поток метана из донных отложений в воду усиливается. При этом, в воду поступают пузыри метана, которые создают звукорассеивающие гидроакустические аномалии на эхограмме эхолота в виде темных вертикальных тел диаметром у основания 100–200 м и высотой 300–400 м. Для определения наличия метана на этих площадях отбираются пробы воды, из которых извлекается на вакуумной установке газ. Анализ газа осуществляется на хроматографах. Определяются метан, тяжелые углеводороды, углекислый газ, кислород, азот. По газогеохимическим и гидроакустическим аномалиям определяются площади распространения нефтегазовых залежей и газогидратных полей.

Такие исследования проводились в Охотском море, в результате которых на Сахалинском северо-восточном шельфе и склоне Охотского моря были открыто около 200 потоков пузырей метана и 10 газогидратсодержащих площадей. Исследования выполнялись в экспедициях по международным проектам – Российско-Германскому КОМЕКС и Российско-Японско-Корейскому ХАОС (1998–2006 гг.).

Основываясь на этих данных, институты ТОИ и ИПМТ разрабатывают дистанционные методы поисков углеводородов с использованием подводных технических средств: гидролокаторов бокового обзора, автономных подводных аппаратов (ПА), на которых размещены различные датчики, в том числе углеводородных газов, эхолоты и другие приборы.

В настоящее время на имеющийся в ИПМТ ДВО РАН подводный аппарат TSL смонтирован датчик метана K-METS и отработывается методика его использования на подводном аппарате в морской среде.

Принцип действия датчика метана, установленного на аппарате, состоит в следующем. Датчик метана – полупроводник. Адсорбция углеводородов на активном слое ведет к обмену электронами с кислородом, и таким образом к модификации проводимости активного слоя, который электроника преобразует в напряжение.

Мембрана служит для десорбции растворенных газов из окружающей воды в газовую фазу. Диффузия подчиняется Закону Генри, который состоит в том, что концентрация растворимого газа в растворе прямо пропорциональна частичному давлению этого газа в описанном выше растворе. Таким образом, направление газовой диффузии в воду или из воды зависит от градиента концентрации между водной и газовой стадией, и внутри самой мембраны.

Вода циркулирует в маленькой камере, в которую верхняя часть датчика прикреплена посредством выступа. Это условие необходимо для достижения равновесия в известном интервале измерения

Минимум, максимум и типичные значения эксплуатационных параметров датчика при условиях нормального использования составляют: по глубине – от 0 до 3500 м, по температуре – от -2°C до $+60^{\circ}\text{C}$, определяемая концентрация метана – от 100 нмоль/л, максимальная вертикальная скорость – 2 м/сек., типичное время реакции датчика – 1–3 сек.

Датчик откалиброван производителем. В основном калибровка направлена на обеспечение отношения между выходом сигнала датчика и концентрацией растворенного метана и определяется расчетной формулой, специфической для каждого датчика.

Калибровка выполнена при различных концентрациях (как правило, 5) и температурах (как правило, 3). Формула преобразования получена 3-мерной подгонкой между напряжением выхода, концентрацией и температурой. Концентрации и температуры выбраны, прежде всего, согласно диапазонам, ожидаемым в местоположении развертывания, и во вторую очередь согласно степени разрешения, которое требуется. Как правило, чем шире диапазон, тем беднее разрешение. Типичные диапазоны: концентрация метана между 100 нмоль/л и 10 мкмоль/л, температура между 2 и 20°C .

Несмотря на невысокую разрешающую способность, установка датчика на подводный аппарат (ПА) имеет хорошую перспективу использования, т.к. позволяет проводить измерения в непрерывном режиме и записывать данные измерений с координатной привязкой.

Это обеспечивается тем, что ПА является носителем различной измерительной аппаратуры. Так, комплексная навигационная система, предназначенная для определения координат траекторий движения обеспечивающего судна и подводного аппарата с требуемой точностью, которая включает спутниковую навигационную систему GPS, гидроакустическую и бортовую автономную навигационные системы, позволяет эффективно картографировать места повышенных концентраций метана и тем самым совместно с применением гидроакустических методов выявлять места аномально высоких концентраций метана

Согласно исследованиям, в районе выхода газа (метана) формируются холмы и ямки, которые часто образуют изометричные площади нарушенных осадков диаметром 500–1000 м и более. На таких морфоструктурных площадях обычно обнаруживаются газогидраты в донных осадках на глубинах 1–7 м от поверхности дна. Использование гидролокатора бокового обзора позволит провести визуальное исследование дна с целью определения нарушений донных структур, которые часто сопряжены с газовыми факелами, и общего состояния донных систем в районах выхода пузырей метана.

Таким образом, в результате работ появляется возможность прогнозировать нефтегазовые месторождения и осуществлять поиск полей газогидратов. Кроме того, обнаруживая аномалии углеводородов, возможно оценивать экологическую обстановку в морской среде.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-08-96928).

Remote search methods of gas-hydrate fields and oil-and-gas deposits with use of underwater vehicle are considered. The use of both gas-geochemical and hydroacoustic methods of search will allow to increase efficiency of an estimation of methane fields. Application of the underwater vehicle will raise reliability and operationability of the information.

**Т.В. Погодаева, Т.И. Земская, И.Н. Доля, О.М. Хлыстов,
Т.В. Ходжер**

(Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, tatyana@lin.irk.ru)

**Особенности формирования газовых гидратов в припо-
верхностных осадках грязевого вулкана “Маленький”
(оз. Байкал): по данным химического состава поровых вод
T.V. Pogodaeva, T.I. Zemskaya, I.N. Dolya, O.M. Khlystov,
T.V. Khodzher**

(Limnological Institute SB RAS, Irkutsk)

**Peculiarities of gas hydrate formation in subsurface sediments
of the mud volcano “Malenkiy” (Lake Baikal): results
of chemical studies of pore water**

Озеро Байкал на настоящее время является единственным пресноводным водоемом, в осадках которого обнаружены газовые гидраты (ГГ). В 1989 г. методами высокоразрешающего сейсмопрофилирования и многоканального зондирования были выявлены косвенные признаки гидратоносности акватории (BSR). В 2000 г. ГГ были впервые добыты из поверхностных слоев донных отложений в Южном Байкале в районе грязевого вулкана «Маленький». С тех пор по настоящее время в этом районе нами ведутся систематические комплексные исследования донных отложений. Исследование химического состава поровых вод с шагом 2 см в 26 одно-трехметровых кернх выявило разгрузку высокоминерализованного сульфатно-кальциевого флюида. На основании этих данных рассмотрены возможные варианты формирования ГГ.

Наиболее минерализованные поровые воды (1700 мг/л) зарегистрированы в каналах разгрузки флюида. По мере удаления от них количество привнесенной минерализованной воды уменьшается. Максимальная минерализация поровых вод наблюдается в верхних 0–20 и 40–60 см, где также присутствует брекчия, выносимая на поверхность из более древних горизонтов осадочного чехла потоком грязевулканического флюида. В кернх этой зоны (1), газовые гидраты не обнаруживались. В более глубоких слоях осадка (60–120 см) (по данным А.В. Егорова) отмечается максимальная газонасыщенность. Присутствие газовых гидратов наблюдалось нами в этих же интервалах (60–120 см) в кернх соседней зоны 2, где они занимали до 97% объемного гидратосодержания. Для этой зоны характерен высокий *горизонтальный* градиент солености вод. Из-за разницы равновесного давления метана, растворенного в минерализованной и пресной воде, создается дополнительный поток метана в воду меньшей солености, что в конечном итоге может приводить к гидратообразованию.

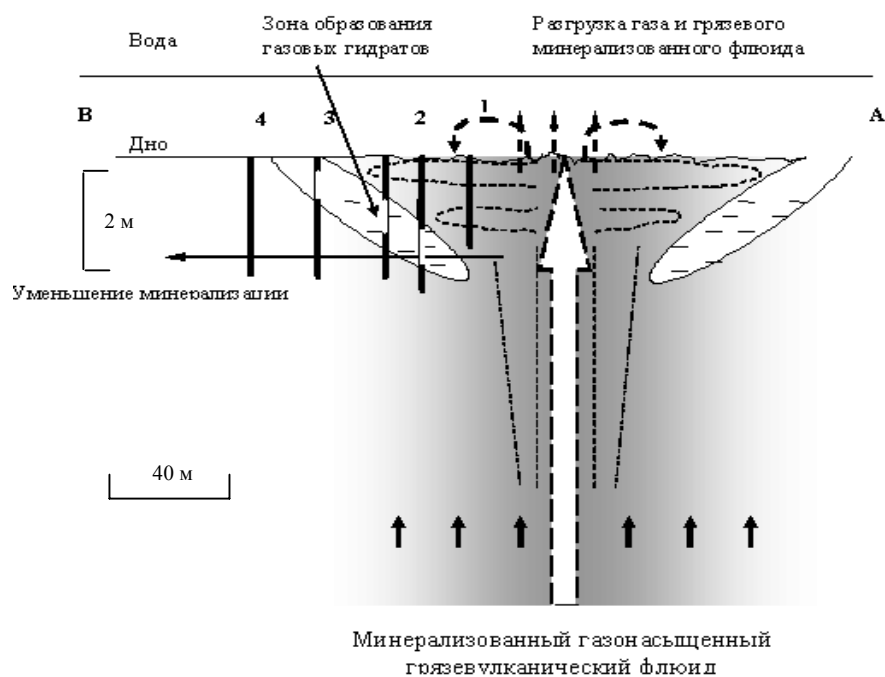


Рис. Предполагаемая схема разгрузки флюида в районе грязевого вулкана “Маленький”

Это, подтверждается ионным составом воды, полученной при разложении газовых гидратов. Она маломинерализованная (не более 50 мг/л), гидрокарбонатно-кальциевая, на 50–70 % опреснена относительно поровой воды вмещающих осадков при сохранении соотношений между ионами, т.е. сформирована из “местной” поровой воды вмещающих осадков и “чистой” воды, мигрирующей к фронту гидратообразования из поровой воды близлежащих отложений. Это подтверждается перепадом влажности от 40 % (в среднем по керну) до 20 % в смежных с гидратами интервалах. Именно восходящий поток фильтрующегося в направлении дна газонасыщенного *минерализованного* флюида, создает условия для осуществления процесса гидратообразования на некотором расстоянии от канала разгрузки.

ГГ были также обнаружены нами в осадках (зона 3) с гидрокарбонатно-кальциевой поровой водой необычно низкой минерализации (до 90 мг/л по всей глубине керна). Керна довольно удалены от канала разгрузки флюида, не содержат минерализованной воды, но газонасыщены. Диффундирующий газ мигрирует в сторону дна, а поэтому в сторону меньших температур. Равновесное давление газогидратообразования с уменьшением температур

также становится меньше, инициируя тем самым процесс гидратообразования на меньших поддонных глубинах (20–40 см). В гидратообразовании участвуют “местные” маломинерализованные гидрокарбонатно-кальциевые поровые воды. Вода, входящая в состав гидратов, на 20–50 % опреснена, причем *всегда*(!) отмечается увеличение минерализации (при снижении влажности) в (1 см) смежных с гидратами интервалах. Подобное обогащение возникает при образовании газовых гидратов, когда чистая вода мигрирует к фронту гидратообразования из поровой воды близлежащих отложений. В этой области грязевого вулкана концентрационные профили поровых вод очень неоднородны (даже не гидратсодержащие интервалы), причем наблюдается нарушение соотношений между ионами, почти всегда сопровождающееся повышением влажности (до 66 %). Фракционирование ионов, вероятно, произошло при неоднократном образовании – разложении микровключений газовых гидратов, окончательно разложившихся при подъеме кернов на поверхность.

В ненарушенных негазосодержащих кернах, находящихся вне зоны влияния минерализованного флюида (зона 4) ионный состав поровых вод осадков, его изменение по глубине, а также соотношение между ионами полностью соответствуют глубоководным районам Байкала со спокойным осадконакоплением.

Таким образом, химический состав поровых вод в районе грязевого вулкана «Маленький» свидетельствует о поступлении глубинных минерализованных газонасыщенных флюидов. Образование гидратов в этом районе происходит на некотором расстоянии от очага разгрузки по сегрегационному механизму.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта СО РАН №58 и НШ-4738.2006.4.

An option of gas hydrate formation in subsurface sediments of the mud volcano “Malenkiy” has been discussed based on results of chemical composition of pore waters.

Б.В. Сенин¹, О.И. Супруненко², А.В. Хортов¹

(¹ОАО «Союзморгео», Геленджик, e-mail: smg@gelon.ru, ²ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург, e-mail: okeangeo@vniio.ru)

Некоторые результаты и проблемы изучения геологии и нефтегазоносности континентального шельфа России

B.V. Senin¹, O.I. Suprunenko², A.V. Khortov¹

(¹JSC Soyuzmorgeo, Gelendzhik, ²VNII Okeangeologia, St. Petersburg)

Some results and challenges of geology and hydrocarbon potential study on the Russian continental shelf

В течение почти тридцати лет – с момента создания в 1978 г. морской нефтегазопромышленной отрасли и начала регулярных поисково-разведочных работ на акваториях бывшего Советского Союза отработано более миллиона километров региональной, поисковой и детальной сейсморазведки, выявлено более 1100 вероятных ловушек углеводородов, пробурено более 200 морских поисковых и разведочных скважин общим метражом свыше 460 тыс. м. Сформированный в этот период потенциал начальных извлекаемых ресурсов углеводородов (УВ) составил 98,8 млрд т условного топлива (УТ), из которых около 11% представляют промышленные запасы. Эти запасы сосредоточены в 39 морских месторождениях, распределенных в Балтийском, Баренцевом, Карском, Охотском, Каспийском морях, а также – в Азово-Черноморском бассейне.

Балтийское море в своей российской части характеризуется древним (докембрийским) фундаментом и осадочным чехлом мощностью до 2–3 км, включающим отложения от верхнего протерозоя до кайнозоя. Два небольших морских месторождения нефти в кембрийских отложениях – Кравцовское и Калининградское, с начальными суммарными запасами около 10 млн т составляют здесь основной объем промышленных запасов сырья, а состояние изученности и особенности геологического строения этой области не позволяют прогнозировать открытие крупных скоплений нефти или газа.

Баренцево море. Основу структуры его восточной части образует морское продолжение Тимано-Печорской плиты и Восточно-Баренцевский трог с докембрийским и, отчасти, палеозойским фундаментом, локальными участками безграничной коры и с мощным (до 18–22 км) осадочным чехлом. В Российской части акватории (включая Печорское море) открыто 11 месторождений нефти и газа с суммарными запасами более 4,5 млрд т УТ. Новейшие результаты сейсмических исследований показали наличие на востоке Баренцева моря, наряду с пермско-меловым комплексом мощных слоистых толщ палеозоя и, возможно рифея, содержащих крупные потенциальные ловушки УВ, различного типа. В их числе рифоподобные тела, а также предположительно песчаные тела руслового, дельтового, склонового и иного генезиса.

Карское море включает Южно-Карский бассейн с раннегерцинским (?) фундаментом, погруженным до глубин 12–15 км и верхнепалеозойско-кайнозойским осадочным чехлом, и Северо-Карский, – с преимущественно докембрийским фундаментом и палеозойско-мезозойским чехлом, мощностью от 1–2 до 10–12 км. В Южно-Карском бассейне и его заливах, лежащих на продолжении Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, открыто 6 газовых и газоконденсатных месторождений с запасами около 3,7 млрд т УТ.

Наряду с перспективой открытия не только газа, но и крупных залежей нефти в юрско-меловом комплексе Южно-Карской впадины, определенные надежды связываются с зонами поднятий в Северо-Карском бассейне. Геолого-геофизические данные указывают на то, что здесь могут быть обнаружены крупные антиклинальные ловушки в средне-верхнепалеозойских отложениях над выступами докембрийского фундамента. В пользу высокой нефтеперспективности этого бассейна говорит также заметное сходство в строении его разреза и региональной структуры с геологическим строением Тимано-Печорской плиты.

Охотское море. Байкальский и палеозойский фундамент Охотоморской плиты, образующей основу его структуры, прошел несколько фаз реактивации, в том числе – блоковой и рифтогенной, в мезозое и раннем кайнозое. Мощность осадочного чехла изменяется от 1–4 км в области плиты до 6–8 км на ее Присахалинской, Примагаданской и Прикамчатской окраинах и в Южно-Охотской (Курильской) котловине, где земная кора может приобретать субконтинентальный или субокеанический облик.

До 1992 г. в миоценовых отложениях шельфа Северо-Восточного Сахалина открыто 7 месторождений УВ с суммарными запасами около 1,7 млрд т УТ, приуроченных к палеодельтовым пескам и песчаникам в западной привершинной полосе Шмидтовской зоны поднятий. Ещё одно мелкое (4,5 млрд м³) газовое месторождение открыто на западном, Япономорском шельфе острова.

В 2004–2006 гг. после ряда безуспешных попыток ещё на двух перспективных площадях – Пела-Лейч и Удачная, расположенных в экономической зоне России, были открыты залежи нефти и газа, давшие новое направление в поисках нефти и газа, в западной части акватории.

Каспийское море в своей российской части принадлежит к двум платформенным областям – докембрийской на севере и палеозойской (эпигерцинской) – в Среднем Каспии, и, частично, к морскому продолжению фронтальной зоны Кавказского орогена, где фундамент может иметь мезозойский возраст. Максимальные мощности осадочного чехла изменяются от 14–16 км в области древней платформы до 8–10 км к югу от нее. В акватории открыто семь морских месторождений углеводородов с суммарными запасами около 0,8 млрд т УТ, связанных, в основном, с юрско-меловыми и кайнозойскими отложениями. Принципиальное значение среди них имеют месторождения им. Корчагина и Филановского, с суммарными запасами

нефти до 150 млн т, подтвердившие наличие новой крупной зоны нефтенакпления на ранее неизученном Мангышлакском пороге.

Азовское море, имеющее разновозрастный фундамент, от докембрийского на севере до палеозойского и ранне-средне-мезозойского в средней и южной зонах, и мощности осадочного чехла от 1–4 км до 10–12 км – на крайнем юге акватории, пока не принадлежит к числу богатых УВ ресурсами. В российской части акватории открыто три газовых месторождения с суммарными начальными запасами около 25 млрд м³. Определенные перспективы связываются с ловушками в миоценовых отложениях на юге акватории, на морском продолжении нефтегазоносных зон суши, и с крупными поднятиями в триасовых и возможно, палеозойских отложениях Азовского вала, где ожидается открытие средних и крупных по запасам углеводородных месторождений.

Черное море, в восточной и северо-восточной части имеющее палеозойский и ранне-средне-мезозойский фундамент, участки развития субокеанической коры и юрско-кайнозойский осадочный чехол мощностью от 2–4 до 8–12 км, как и Азовское, пока не входит в число богатых нефтегазоносных провинций. Однако результаты бурения скважины на площади Субботина на Керченско-Таманском шельфе, давшей притоки нефти из майкопских отложений, а также находки нефтенасыщенных пород в грязевулканических отложениях на вершинах складок Туапсинского прогиба и выявление по новым геофизическим данным более 45 потенциальных ловушек УВ, в том числе крупных по размерам, в юрско-меловых и в олигоцен-миоценовых отложениях, позволяют рассчитывать на открытие серии крупных месторождений в этой части Черного моря.

Определенные геологические результаты получены и по другим акваториям России, однако их изученность пока не позволяет определенно говорить об углеводородном потенциале, связанном с локальными перспективными объектами.

Обзорный анализ результатов региональных, поисковых и разведочных работ на нефть и газ на российских акваториях показывает, что при надлежащей постановке и развитии морских работ имеются предпосылки для открытия на шельфе и в глубоководной зоне не менее 12–20 крупных (со средними запасами более 250 млн т на одно месторождение) скоплений углеводородного сырья, причем 8–10 из них – в период до 2020 г.

Main results of thirty-year long geological and geophysical hydrocarbon prospecting studies of internal and marginal Russian seas are considered including special geological features of the basement and sedimentary cover, the number and potential of discovered hydrocarbon fields, problems and prospects for discoveries of new large and unique oil and gas accumulations

Б.В. Сенин, А.В. Хортон

(ОАО «Союзморгео», Геленджик, e-mail: akhortov@mail.ru)

О выделении турбидитного комплекса в разрезе кайнозойских отложений северо-восточной части Черного моря как нового объекта для поисков нефти и газа

B.V. Senin, A.V. Khortov

(JSC Soyuzmorgeo, Gelendzhik)

The delineation and mapping of turbidites in the northern-eastern part of Black Sea for oil and gas prospecting

Традиционным направлением поисков нефти и с конца 60-х годов на северо-востоке Черного моря, является поиск антиклинальных ловушек нефти и газа в кайнозойском комплексе Туапсинского, Сорокина, Таманского прогиба и их обрамления.

Другим, сравнительно молодым направлением поисков УВ, является картирование мезозойских поднятий, предположительно рифогенной природы.

В настоящем сообщении рассматривается новое направление поисков, связанное с поиском неантиклинальных или комбинированных ловушек, образованных специфическими осадочными телами-турбидитами.

Сейсмостратиграфический анализ региональных и детально-поисковых материалов МОГТ, выполненный в последние годы в пределах северо-восточного района Черного моря, позволил выделить и закартировать седиментационные образования, предположительно имеющие «турбидитную» природу. Основным критерием выделения этого сейсмокомплекса, стратиграфически приуроченного к миоцену, является наличие интервала хаотической, местами косослоистой записи волнового поля. Направление сноса предварительно определяется как западное и северо-западное. Источником сноса по-видимому является горное сооружение Центрального и Северо-Западного Кавказа.

Выделенный сейсмокомплекс, а также подстилающие его отложения верхней части майкопской серии представляют нефтегазопроисловый интерес с точки зрения вполне вероятного наличия в них песчанистых пород-коллекторов, а также с точки зрения мировой статистики, согласно которой большинство известных на сегодняшний день месторождений в кайнозойских толщах связаны именно с турбидитными комплексами.

Скоростная характеристика разреза изучалась многими исследователями и отражена в различных отчётах и монографиях. При структурных построениях в северо-восточной части Черного моря использовались осредненные значения V_{cp} получаемые при работах МОВ-ОГТ с использованием временной миграции до суммирования. Погрешность определения этих значений зависит от методики работ и качества полевого материала, в том числе – от

устойчивости динамических характеристик отражённых волн вдоль отражающих границ.

Скоростные графики имеют чётко выраженную форму, характеризующуюся низкоскоростной плавной кривой в верхней части разреза и резко возрастающей (градиентной) – для нижней части. В верхнем интервале разреза значения скоростей меняются от 1450–1500 м/с – на поверхности дна, до 1900–3300 м/с – на временах регистрации кайнозойских сейсмокомплексов.

Высокие скорости распространения волн в нижнем интервале разреза, после отражений «I а» и «Н», подтверждаются всеми зависимостями $V_{\text{ОГТ}} = f(t_0)$, полученными при работах МОВ-ОГТ.

В процессе проведения экспертной переобработки по отдельным профилям и в последствии при переобработке всех сейсмических данных, с использованием процедур веерной фильтрации в области ПВ, подавления кратных волн с использованием высокоразрешающего анти-алейсингового параболического преобразования Radon, временной миграции до суммирования (PSTM) были получены результативные сейсмические разрезы, имеющие лучшие динамические и корреляционные характеристики, чем временные разрезы прежних лет.

Переобработка и последующая динамическая интерпретация сейсмических материалов показывает, что в пределах турбидитного комплекса по материалам МОГТ могут быть выделены сейсмофациальные зоны, приуроченные к участкам развития как глинистых пород, так и песчанистых образований.

На основании комплексной переобработки региональных профилей и детально-поисковых съемок 2Д стало возможным реально проследить сейсмофациальные особенности миоценовых отложений, выявить источник направления сноса осадочного материала по направлению клиноформ. Отмечая их особенности, следует отметить, что северо-западным источником сноса в нижнее-средне-верхнемиоценовое время также могла выступать Русская платформа. Выполненные на основании сейсмического профилирования литолого-фациальные и палеогеографические схемы, показывают области развития песчанистых олигоцен-миоценовых образований, наиболее перспективных для поисков залежей углеводородов.

В качестве одного из прямых критериев углеводородного насыщения, нами рассматриваются аномалии типа «залежь». Аномалии представлены вертикальными зонами низкоамплитудного и низкочастотного хаотического волнового поля, разрывающими интенсивные отражения от мезозойского основания разреза. Эти зоны зачастую пронизывают весь олигоцен-плиоценовый комплекс вплоть до четвертичных образований. В отдельных местах северо-восточного шельфа эти аномальные явления настолько многочисленны, что сливаются в сплошные зоны, образуя характерную для подобных аномалий волновую картину.

Другим устойчивым критерием для выделения наиболее перспективных участков является «расфазировка» отражений в зонах смены литологического состава с преобладанием «песчанистой составляющей».

Окончательно выбор нефтепоискового бурения на выявленных перспективных объектах северо-восточного шельфа Черного моря, связанных с турбидитными образованиями миоцена, можно будет сделать после получения данных сейсморазведки 3Д.

Выделение и картирование турбидитовых сейсмокомплексов с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами в пределах лицензионных участков нефтяных компаний на Черном море может существенно уточнить положение рекомендуемых скважин с целью оптимизации нефтегазопроизводительного бурения.

Изучение турбидитов имеет важное значение с точки зрения экономической целесообразности и рентабельности месторождений, открытие которых в настоящее время ожидается в миоцен-плиоценовых прогибах Черного моря.

The results of regional and appraisal CMP surveys carried out in the northern-eastern part of the Black Sea were recently subjected to seismic stratigraphy analysis. This analysis has allowed for delineation and mapping of sedimentary units supposedly of turbidite nature.

М.Н. Смирнова

(Институт проблем нефти и газа РАН, e-mail: tm@ipng.ru)

Региональные глубинные разломы и их роль в эндодинамике Черного моря (сейсмичность, нефтегазонакопление)

M.N. Smirnova

(Oil and Gas Research Institute, RAS, Moscow)

Regional deep faults and their role in endodynamics of the Black Sea (seismicity, oil- and gas- accumulation)

В Черном море проведены многочисленные геофизические исследования, в первую очередь, сейсмические, благодаря которым выявлена густая сеть тектонических нарушений. Нами в дополнение к этим исследованиям произведен анализ региональных глубинных разломов, обрамляющих и пересекающих дно Черного моря. Для этой цели использован картографический материал: Тектоническая карта Турции (м-б 1: 800 000, ред. Н.Г. Эгеран, Э.Лан, 1945 г.), Тектоническая карта Восточной Анатолии (м-б 1:200 000, ред. Е.Крауз, 1955 г.), Тектоническая карта Средиземного моря (м-б 1:5 000 000, ред. Н.А. Богданов, В.Е. Хаин, В.Д. Чехович, Н.В. Короновский, Л.Г. Ломизе, 1994 г.), Международная тектоническая карта Европы, изд. 3 (м-б 1:5 000 000, ред. Ж.Деркур, Ф.Бунс, Ж.Обуэн, В.Е. Хаин, Ю.Г. Леонов, 1996 г.).

Черное море располагается между докембрийской Восточно-Европейской платформой, Скифской плитой, Мизийской плитой и альпийскими складчатыми сооружениями Кавказа, Крыма, Балкан, Понтида. Особенностью этих регионов является наличие глубинных разломов, которые пересекают дно Черноморской впадины. Выделены глубинные разломы общепланетарной сети: широтные, меридиональные и диагональные, К широтным разломам относятся Северо-Анатолийский, фронт надвига Большого Кавказа, Центрально-Черноморский и др. Разломы меридионального простирания: Одесский, Криворожско-Кременчугский, Орехово-Павлоградский, Керченский, Левантинская зона разломов. Диагональные разломы северо-западной ориентировки: Западно-Крымский и др. северо-восточной ориентировки, Южно-Крымский, Бургасско-Каркинитский и др.

Глубинное строение. На тройном пересечении рифтов и глубинных разломов образовались глубокие впадины Черного моря: Западная и Восточная. Они имеют различное глубинное строение. Западная впадина «безгранитная», под которой находится более активный плюм высотой 25 км. Поверхность верхней мантии поднята и находится на глубине 19 км. «Базальтовый» слой уменьшен до 5–8 км, а осадочный слой – мощный (13–14 км). Восточная впадина с редуцированным «гранитным» слоем мощностью 2,5 км. Мантийный плюм имеет мощность 22 км, верхняя мантия находится на глубине 22 км, «Базальтовый» слой 10–12 км, осадочный слой 10–11 км. Особенности строения запечатлены в кайнозойском осадочном чехле. Деталь-

ные исследования кайнозойских отложений Черноморской впадины выполнены А.А. Шрейдером и др. Если мощность эоцена-среднего миоцена в обеих впадинах примерно одинакова (порядка 10 км), то с позднего миоцена-плиоцена начинается различное развитие. В Западной впадине мощность этих отложений 1400 м, в Восточной 800 м. Еще большая разница наблюдается в четвертичное время: в Западной впадине мощность четвертичных отложений 1500 м, в Восточной 400–600 м. Эта тенденция закреплена в современной глубине впадин: в Западной глубина 2245 м, в Восточной 2000 м. По своей сущности и форме Западная впадина размером 600х300 км – эндогенная кольцевая структура, типичная для платформенных оснований. Восточная впадина размером 600х150 км – удлинённая, вытянутая в северо-западном направлении, миндалевидная структура типа pull apart, возникшая как раздвиг в складчатой области.

Сейсмичность. Наиболее сильные и глубокие землетрясения связаны с широтным Северо-Анатолийским разломом. В XX веке было несколько 9–11-балльных землетрясений с $M = 7,0-8,0$ (1939, 1953, 1964, 1967, 1999 гг. и др.). В западной части глубина очагов составляет 15–50 км, в восточной части глубина очагов увеличивается до 100 км, в единичных случаях до 150 км. С широтным надвиговым фронтом Большого Кавказа в районе Сочи-Красная Поляна (1955–1956), Анапа, Сухуми в 60–70-х годах XX в. произошёл ряд землетрясений: в районе Сочи (1869, 1970) с $h = 9-10$ км, $M = 4,0-5,0$, $I_0 = 6-8$ баллов; в Красной Поляне (1955–1956) происходил рой землетрясений с $h = 5-8$ км, $M = 4,3-4,4$, $I_0 = 7-8$ баллов. Происходили и более глубокие землетрясения: Сухумское (1936) с $h = 22$ км, $M = 4,7$, $I_0 = 6-7$ баллов; Анапское (1966) с $h = 55$ км, $M = 5,8$, $I_0 = 7$ баллов. Среди меридиональных разломов сейсмичен Керченский разлом. С ним связано знаменитое историческое Пантикапейское (Боспор-Киммерийское) землетрясение (63 г. до н.э.) с $h = 20$ км, $M = 6,4$, $I_0 = 9-10$ баллов. За землетрясением последовало страшное разрушение городов и полей. Были разрушены города Пантикапей, Нимфей, Порфмий и др. С Южно-Крымским разломом северо-восточного простирания связана значительная сейсмичность. С ним связано знаменитое Крымское землетрясение 1927 года с $h = 17$ км, $M = 6,8$, $I_0 = 9-10$ баллов, разрушившее значительное большинство курортов Горного Крыма.

Грязевые вулканы шире всего развиты в Западной впадине, вдоль Бургасско-Каркинитского, Южно-Крымского и Керченского разломов. Они маркируются грязевулканическими проявлениями и газовыми факелами на морском дне.

Глубинные процессы нефтегазообразования. Обычно со времен А.Д. Архангельского нефтегазопроявление в Черном море связывают с осадочным процессом и образованием метана путем разложения органического вещества в условиях сероводородного заражения. Новую эру в геологии нефти и газа Черного моря открыл Е.Ф. Шнюков и др. Им много лет изуча-

лась повышенная газоотдача морского дна. На материковом склоне и шельфе, особенно в районе палеodelьт и каньонов рек Дона, Днестра, Днепра и Дуная, наблюдаются многочисленные метановые сипы, газовые фонтаны и струи, развиты грязевые вулканы с выбросами газа, а в глубоких впадина обнаружены скопления газогидратов. Основная масса газов глубинного происхождения. В пользу глубинного происхождения свидетельствует локализация газовых месторождений, выбросов, факелов и т.п. с зонами пересечения разломов, связь их с магматическими и кристаллическими породами, в частности, Ломоносовского поднятия. Известны газовые сипы с увеличенными концентрациями ртути. Масштабы газоотдачи грандиозны. По данным американского судна «Кнопг» содержание метана в черноморских водах достигает 80 млрд кубометров. По мнению Е.Ф. Шнюкова, «единственным источником метановых выделений на дне Черного моря является дегазация, включая верхнюю мантию». При этом газы мигрируют по разломам мантийного заложения в проницаемые осадочные породы антиклиналей, оползней, подводных террас, каньонов, имея над собой покрывку, которой являются воды Черного моря. Свою теорию Е.Ф. Шнюков в противовес «биологической» назвал «геологической».

Regional deep faults have strong influenced on formation of the Black Sea depression, its high seismicity, abundance of mud volcanoes and deep-seated origin of hydrocarbons.

**Г.Г. Ткаченко¹, Б.Г. Ванштейн¹, С.А. Серебряный¹,
Н.А. Касьянкова¹, П.Б. Семенов¹, Е.А. Баженова²,
М.В. Кузнецова³**

¹ВНИИОкеангеология, г. Санкт-Петербург, e-mail: van@vniio.nw.ru,

²Санкт-Петербургский государственный университет,

³Санкт-Петербургский горный институт)

Геохимические методы поисков нефти и газа на шельфе

**G.G. Tkachenko¹, B.G. Vanshtein¹, S.A. Serebrenn¹,
N.A. Kas'yankova¹, P.B. Semenov¹, E.A. Bagenova²,
M.V. Kuznetsova³**

¹VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, e-mail: van@vniio.nw.ru,

²St.-Petersburg State University, ³St.-Petersburg State Mining Institute)

Geochemical methods of search of oil and gas on a shelf

В настоящее время расширяются районы добычи нефти и газа на морских акваториях и как следствие – увеличение объемов поисково-разведочных работ, эффективность которых определяется необходимым и достаточным комплексом методов поисков. Среди этих методов наибольший интерес представляют прямые методы поисков, в частности, геохимические. Их эффективность определяется дешевизной, экспрессностью, возможностью выявления залежей всех типов.

Среди геохимических методов основным является газовая съемка, цель которой – комплексный гидрохимический способ выявления на поверхности морского дна аномалий газообразных и жидких углеводородов, мигрирующих из залежей нефти, газа и газоконденсата и природного загрязнения морской среды.

Основным объектом исследования при геохимических методах являются поверхностные донные осадки и придонная вода.

Газогеохимическая съемка проводится при оценке нефтегазоносности выявленных сейсморазведкой антиклинальных структур и залежей, связанных с ловушками неантиклинального типа – рифогенных, литологических, тектонически и стратиграфически экранированных. Помимо поисковой направленности не менее важна геоэкологическая составляющая, поскольку выявленные миграционные аномалии углеводородов токсичны для бентоса и необходимы для оценки фоновой основы при постановке природоохранного мониторинга.

Сущность газгеохимической съемки заключается в проведении морских экспедиционных исследований с гидрозондированием водной толщи и пробоотбором воды из придонно-пограничного слоя и из залегающих на поверхности осадков. Изучение компонентного состава, концентраций газообразных и жидких углеводородов проводится непосредственно на борту судна усовершенствованными экспресс-методами. Последующий комплексный

анализ гидрохимической информации вместе с данными об особенностях изменения структуры водных масс и активности региональных и глобальных геодинамических процессов позволяет определить эпигенетический характер выявленных аномалий и дать рекомендацию для проведения дальнейших геологоразведочных и экологических работ.

Миграционные (эпигенетические) аномалии газообразных и жидких углеводородов представляют собой значимые источники природного (неуправляемого) загрязнения морской среды нефтеподобным веществом. Они связаны с активизацией геодинамических процессов и в исследуемом районе проявляются либо эпизодически, либо с изменяющейся интенсивностью. Их легко спутать с техногенным загрязнением морской среды. Площадная газовая съемка позволяет для каждой из выявленных аномалий до производства разведочного и эксплуатационного бурения составить своеобразный геоэкологический паспорт как необходимую исходную фоновую основу для природоохранного мониторинга. В случае техногенных загрязнений морской среды из других источников, это обеспечит защиту производителя от необоснованных санкций природоохранных организаций, что особенно актуально при последующих добычных работах.

Методика. Опробование донных осадков при проведении площадной газовой съемки выполняется бокскорером, из которого отбираются поверхностные осадки и осадки в интервале 25–30 см. Придонная вода отбирается из бокскорера и батометром. При этом на каждой станции выполняется зондирование водной толщи STD-зондом с метановым датчиком. Далее непосредственно на борту судна производится дегазация осадков и воды с последующим определением концентраций газовых компонент проб.

Технология комплексного газогидрохимического способа выявления на поверхности морского дна аномалий газообразных и жидких углеводородов, мигрирующих из скоплений в недрах, апробирована на акваториях Черного, Азовского и Балтийского и Баренцева морях. В качестве иллюстрации ниже приведены результаты газогеохимической съемки на нефтегазоносной площади шельфа Баренцева моря в пределах Кольско-Канинской моноклинали, выявленной по результатам сейсморазведки.

Донные осадки в пределах исследуемой площади представлены однородными алевритовыми илами с примесью пелита. Какая-либо корреляция литофациальных особенностей осадков со структурными неоднородностями в сейсмоакустическом и в сейсмическом разрезах отсутствует.

На сейсмоакустическом разрезе волновая картина N-Q комплекса свидетельствует о его сильной газонасыщенности, обусловленной многочисленными малоамплитудными и часто безамплитудными тектоническими нарушениями в центральной части, которые являются частью, установленной по данным МОВ ОГТ, субвертикальной зоны разломов и трещиноватости, уходящей корнями в пермские отложения. Они сконцентрированы в центральной части и являются проводящими каналами для миграционноспо-

собных компонентов жидких и газообразных углеводородов. Их распределение в донных осадках контролируется разрывными нарушениями.

В характере распределения суммы жидких углеводородов аномальный участок с содержаниями ПАУ коррелируется с рифогенной постройкой, что свидетельствует о наличии в ее пределах скоплений углеводородов нефтяного типа.

В распределении жидких углеводородов по разрезам колонок донных осадков в одних случаях наблюдается рост их концентраций с глубиной, в других – обратная тенденция, что может быть связано с влиянием газообразных углеводородов мигрирующих из разреза осадочного чехла, залегающего выше отложений пермского возраста.

Аномалии по газообразным углеводородам приурочены к краевым частям рифогенной постройки, создавая фрагментарный рисунок аномалий кольцевого типа, который может соответствовать контуру залежи. Аномальные концентрации ртути, железе и марганца в донных осадках также коррелируются с рифогенной постройкой.

В структуре водной толщи над рифогенной постройкой наблюдается характерная картина температурной изменчивости, свидетельствующей о субмаринных разгрузках минерализованных вод. Аналогичная картина наблюдается и в распределении содержания кислорода.

Аномалия по жидким углеводородам в придонной воде смещена к юго-западной части постройки, как и аномалия по газообразным углеводородам. Повышенные значения pH и аномальные концентрации Hg коррелируются друг с другом и с контуром рифогенной постройки.

В целом, приведенные результаты свидетельствуют о наличии в рифогенной постройке скоплений углеводородов нефтяного типа, которым сопутствуют, вероятно, скопления газообразных углеводородов в отложениях триаса.

The integrated results of the gasogeochemical surveys are submitted at the estimation of oil-and-gas content, which were revealed during the exploration seismology of anticlinal structures and deposits. These structures and deposits are connected with non-anticline traps such as reef, lithological, deformational and stratigraphic screened traps.

В.Е. Хаин, И.Д. Полякова

(Геологический институт РАН, Москва, e-mail: khain@ilran.ru; inna@ilran.ru)

**Глубоководная зона перехода от континента к океану –
хранилище огромных углеводородных запасов
нашей планеты**

V.E. Khain, I.D. Polyakova

(Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Deep-water continent-ocean transition zone as repository
of huge hydrocarbon resources of our Planet**

С конца прошлого века проводятся успешные исследования глубоководных частей континентальных окраин Мирового океана. Были выявлены морфологические особенности континентального склона, детали строения его осадочного чехла и сделаны исключительно важные открытия, позволившие нарастить углеводородные запасы. Гигантские и крупные месторождения нефти и газа шельфово-склоновых бассейнов располагаются у берегов Южной Америки, Юго-Западной Африки, Северо-Западной Австралии, Мексиканского залива и о-ва Калимантан. Крупные месторождения менее известны у берегов Западной Европы и Северной Америки. Судя по широкому масштабу проводимых геолого-геофизических работ и тем прекрасным результатам, которые они принесли, дальнейшее изучение переходной зоны континент-океан становится одним из ведущих направлений нефтегазовой геологии 21-ого века.

В последние годы проблема нефтегазоносности глубоководных континентальных окраин Мирового океана нашла отражение в обобщающих работах С.Г. Петтингила и П. Веймера, И.С. Грамберга, В.А. Панаева, В.Е. Хаина и И.Д. Поляковой, А. Забанбарк и А.И. Конюхова, а также других исследователей.

Шельфово-склоновые нефтегазоносные бассейны располагаются на континентальных окраинах всех океанов Земли. Особенности их строения и развития связаны с типом окраин, которым они принадлежат. Поэтому рассмотрение нефтегазоносности проведено по типам континентальных окраин – атлантическому, западно- и восточно-тихоокеанскому – с акцентом на наименее изученные глубоководные их части.

К атлантическому типу относится, прежде всего, большая часть окраин собственно Атлантического океана, которые считаются классическим примером пассивных окраин. Пассивные окраины широко распространены в Индийском, Северном Ледовитом, а также в южной части Тихого океанов. После раскола суперконтинента Пангея и раздвижения морского дна континентальные рифтовые системы превратились в пассивные материковые окраины атлантического типа. В их пределах подвергаясь растяжению и утонению консолидированная кора с варьирующими мощностями от 40 до

10 км была разбита сбросами. Одни из них обусловили образование рифтогенных грабенов, другие, наклоненные в сторону океана, стали листрическими. Механизм и схема формирования шельфово-склоновых бассейнов на этих окраинах были общими. В истории их развития выделяются три этапа: синрифтовый, раннеспрединговый и зрелоспрединговый, которым соответствуют определенные породные комплексы. В большинстве бассейнов с активно проявившейся соляной тектоникой нефтегазоносность связана с отложениями рифтового (подсолевого) и в большей степени пострифтового (надсолевого) комплексов. К последнему приурочены фены таких мощных речных артерий, как Миссисипи, Амазонка, Нигер, Конго, Инд, Ганг, Брахмапутра и др. На глубокоководных пассивных окраинах атлантического типа сконцентрированы самые значительные энергетические ресурсы Мирового океана.

Окраины западно-тихоокеанского типа с позднего мезозоя представляют собой единую геодинамическую систему окраинных морей, островных дуг и глубокоководных желобов, которые продолжали развиваться в течение всего кайнозоя. В образовании морей большую роль играл задуговый спрединг, возникавший неоднократно в мелу и палеогене. Это обусловило расширение, а на отдельных площадях и углубление морских бассейнов с образованием глубокоководных котловин. Довольно широкие, до 1000–1500 км, приконтинентальные борта впадин окраинных морей по морфологическим и седиментационным характеристикам представляют почти полные аналоги «классических» пассивных окраин. Их типичным элементом являются дельты и авандельты крупных рек, начиная с Амура на севере и кончая Меконгом и Ировади на юге Азиатского континента, а также дельты рек островных дуг, например, Барам и Махакам о-ва Калимантан. Тыльные зоны этих активных в целом окраин, выделенных нами в западно-тихоокеанский тип, характеризуются повышенным углеводородным потенциалом. Кроме широких азиатских окраин, к западно-тихоокеанскому типу относится весь Индонезийский архипелаг, а также окраины морей Карибского и Скотия.

Основная нефтегазоносность тыльных зон приурочена к задуговым морям и сопредельной с ними суше. Большинство бассейнов связано с речными системами, которые разгружаются на широком шельфе, но есть среди них и такие, которые продолжаются на континентальный склон. Например, это окружающие о-в Калимантан бассейны с мощными образующими верхний комплекс фенами, которые распространяются на континентальный склон Южно-Китайского и Сулавесского морей, а также значительную часть Яванского моря с проливом Макасар и частично острова Ява и Мадурра. Подобные шельфово-склоновые бассейны западно-тихоокеанского типа заслуживают особого внимания со стороны нефтяников.

Окраины восточно-тихоокеанского типа характеризуются относительной простотой строения. Они окаймлены узкой полосой шельфа, ограниченного глубокоководным желобом с крутым континентальным склоном. Потоки осадочного материала, приносимые короткими реками, практически не содержа-

щими органического вещества, образовывали небольшие подводные дельтовые фены, локализованные в пределах шельфа и верхней части склона. Крайне редко они сохранялись в его средней части, обрываясь в глубоководный желоб, где затягивались вместе с блоками океанских плит в зоны субдукции и перерабатывались в аккреционные комплексы. Нефтегазоносность здесь проявилась только у берегов Гуаякиля и Калифорнии, на участках, где субдукционная окраина превращалась в трансформную с бассейнами pull-apart.

В шельфово-склоновых бассейнах распространены качественные и высококачественные нефтематеринские толщи разных типов. Первый – это черносланцевые образования, залегающие в подсолевом и надсолевом комплексах бассейнов атлантических окраин, с которыми связаны крупные ресурсы жидких УВ. Второй – это толщи, содержащие большие массы детритного материала наземной растительности, распространенные в мощных фенах и генерировавшие углеводородные газы, часто жирные. Они встречаются на пассивных окраинах Атлантического и Индийского океанов у берегов Гвинейского и Бенгальского заливов, в авандельте р. Оранжевой на юге Африки, у берегов северо-западной Австралии, а также на активных в целом окраинах Тихого океана у берегов о-ва Калимантан. Третий – это глубоководно-морские глинистые карбонаты, мергели и глины с коричневым оттенком, распространенные в теплых задуговых морях Тихого океана, где известны нефтяные и нефтегазовые месторождения. Четвертый – это специфический для тихоокеанских окраин тип, состоящий из глинисто-кремнистых и кремнистых пород, в образовании которых важную роль играли диатомовые.

В большинстве шельфово-склоновых бассейнов широким распространением пользуются дельты, продельты и авандельты, образующие подводные конусы выноса – фены, продолжающиеся на континентальный склон. Обычно фены приурочены к верхним частям разреза, в них развиты заполненные гравийно-песчаным материалом каналы и каньоны, с которыми связаны продуктивные нефтегазовые резервуары. Нередко таковыми служат также рифовые постройки и вулканогенные толщи. Специфическим нефтегазовым резервуаром Тихоокеанского региона являются углеродсодержащие кремнисто-глинистые толщи, которые наряду с материнскими обладают также коллекторскими свойствами.

В свете зарубежного опыта оптимистически оцениваются перспективы нефтегазоносности Российских акваторий на континентальном склоне окраинных морей, омывающих нашу страну с севера и востока.

The problem of oil-gas content of the deep-water zones of the continental margins is regarded following their types: atlantic, west and east pacific ones. Taking into account the world experience, prospects of shelf-slope basins of arctic and pacific margins of Russia are highly appreciated.

Г.С. Харин

(Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Калининград, e-mail: ioran@atlas.baltnet.ru)

О нефтегазоносности Балтийской синеклизы (Балтийское море)

G.S.Kharin

(Atlantic Branch of P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad)

About petroleum potential of Baltic sineclise (Baltic Sea)

Балтийская синеклиза – самая крупная геологическая структура Балтики и Прибалтики, с наземной частью которой связаны многочисленные месторождения углеводородов, но морская (Балтийская) часть ее изучена недостаточно и неравномерно.

Балтика с 60–70 гг. прошлого столетия стала ареной геологических исследований. Большое значение в этом имело создание в 1961 г. в г. Калининграде Атлантического отделения Института океанологии РАН. Наличие здесь мощного научного флота (верно нацеленного в основном на Мировой океан) позволяло использовать его и для изучения Балтийского моря, тем более, что в то время оно не было поделено на экономические зоны, а к Советскому Союзу относилась тогда его значительная часть. Геологи АО ИО РАН, совместно с геологами Литвы, Латвии, Эстонии выполняли планомерные геологические исследования почти по всему Балтийскому морю, завершившиеся созданием первого в мировой практике полноценного комплекта карт геологического содержания масштаба 1:500000 Балтийского моря [1, 2]. Всесоюзным НИИ геофизики проводилось реконгносцировочное сейсмопрофилирование МОВ. В 1969–1974 гг. аналогичные работы проведены Всесоюзным Морским геологическим Институтом. Для всех геофизических исследований, проведенных на шельфе Балтики, была характерна неравномерность распределения объемов работ по акватории и разная степень информативности.

В 1973 г. Институтом океанологии АН СССР были проведены комплексные геологические исследования по оценке перспектив нефтеносности с борта судна «Академик Курчатов» (16 рейс). Исследовались Центральная и Юго-Восточная части Балтийского моря. Было выполнено около 3700 км профилей НСП. Производился отбор проб донных осадков ударными трубками и драгирование обнажений коренных пород, изучение состава водорастворимых газов, в том числе и углеводородных. Полученные материалы послужили основой для монографии [3], подготовленной коллективом авторов-участников 16-го рейса НИС «Академик Курчатов» (А.А. Геодеян, Ф.К. Волколаков, И.Т. Дубовской, П.П. Лапинскас, Е.М. Лашков, Л.Н. Лашкова, К.А. Сакалаускас, Г.Ф. Ульмишек, Г.С. Харин, А.И. Хубльдилов). Она является и в наше время наиболее полной сводкой, в которой рассмотрены

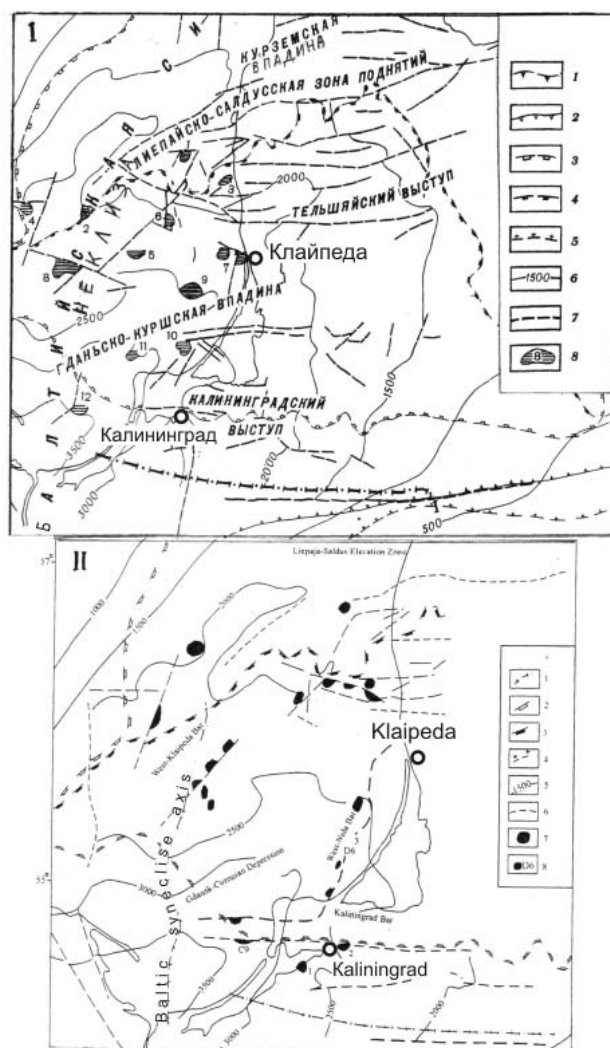


Рис. Фрагменты схем тектонического районирования и положения перспективных нефтегазоносных структур Центральной Балтики и ее обрамления: I – по [3], II – по [4]. На схемах показаны основные геологические структуры, в том числе и наиболее важные при оценке перспектив нефтегазоносности – локальные поднятия в фундаменте и положительные структуры в осадочном чехле (знаки 7 и 8).

литолого-стратиграфические комплексы палеозоя и мезозоя, тектоническое строение и история развития акваториальной части Балтийской синеклизы. Выявлены закономерности распространения коллекторских пород, палео-гидрогеологические обстановки, основные этапы миграции углеводородов и региональные условия нефтегазоаккумуляции, произведена дифференцированная оценка перспектив нефтеносности осадочного чехла Центральной и Юго-Восточной Балтики и даны рекомендации по проведению рационального комплекса морских нефтегеологических исследований. Они и сейчас не утратили своего значения. В доказательство приводятся копии фрагментов схем, опубликованных в 1976 г. и в 2002 г. (рис.). Основные геологические структуры и локальные поднятия, с которыми связаны месторождения нефти (Д6 и другие), выявлены до 1976 г. Многие из них до сих пор не оценены и не разведаны. Причем, оцениваются и разведываются лишь кембрийские отложения, а выявленная нефтегазоносность ордовикских, силурийских, девонских отложений и докембрийской коры выветривания кристаллического фундамента [3, 4] не принимается во внимание. Не решен вопрос о нефтематеринских отложениях. Следует также отметить, что месторождение нефти, разведанное на структуре Д6, названо Кравцовским, по фамилии геофизика, проводившего детализацию этой структуры. Но сама структура была выявлена на 10 лет раньше. По правилам приоритета его следует называть «Курчатовское», в честь НИС «Академик Курчатov». Подобно тому, как было названо Штокмановское месторождение газа в Баренцевом море – в честь НИС «Профессор Штокман», с борта которого обнаружили газоносную структуру.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-05-64169).

1. Геология и геоморфология Балтийского моря // Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1991. 420 с.

2. Геологическая карта Балтийского моря и прилегающей суши. Масштаб 1:500000 // Ленинград: ВСЕГЕИ, Вильнюс, ЛИТНИГРИ, 1992.

3. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Центральной Балтики. М.: Наука, 1976. 111 с.

4. *Kharin G.S., Khubldikov A.I., Efimov A.N.* Geology of crystalline basement and prequaternary cover // *Geology of the Gdansk Basin. Baltic Sea.* Kaliningrad: Yantarny skaz, 2002. P. 31–41.

The petroleum potential of Baltic sineclise well knows for the land part of it. The sea part of this sineclise investigates insufficiently (Fig. 1).

**О.М. Хлыстов¹, А.В. Егоров², Т.И. Земская¹, А.Г. Горшков¹,
Г.В. Калмычков³**

(¹Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, e-mail: oleg@lin.irk.ru,

²Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва,

³Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск)

Нефть, газ и газовые гидраты озера Байкал

**О.М. Khlystov¹, A.V. Egorov², T.I. Zemskaya¹, A.G. Gorshkov¹,
G.V. Kalmychikov³**

(¹Limnological Institute of SB RAS, Irkutsk, e-mail: oleg@lin.irk.ru, ²P.P. Shirshov

Institute of Oceanology RAS, Moscow, Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk)

Oil, Gas and Gas Hydrates of Lake Baikal

Озеро Байкал (Восточная Сибирь), самое древнее и глубокое озеро в мире, содержит около 20 % (23 тыс. км³) мировых запасов поверхностной питьевой воды. Наряду с этим в число уникальных характеристик Байкала входят также природные выходы нефти и газа в шельфовой зоне озера и сравнительно недавно обнаруженные в его осадках газовые гидраты.

О выходах нефти в озере Байкал известно с XVIII века [1, 2]. Исследования состава нефти показали, что она относится к числу биodeградированных. Ее происхождение и возраст до настоящего времени оставались предметом обсуждений [2]. В 2005 году в глубоководных условиях оз. Байкал (глубина озера 850 м) было обнаружено и исследовано новое естественное нефтепроявление, отличающееся от известных ранее. Это нефтепроявление (Горевой Утес) связано с глубинной разгрузкой газа в пузырьковой форме - холодным сипом. Здесь встречены скопления гидратов метана кубической структуры КС-I, в виде слоев с включениями осадка, пропитанных нефтью. Наряду с этим получен один образец, где внутри слоистого гидрата обнаружено чистое скопление нефти без осадка. Газ из газовых гидратов имеет катагенетическое происхождение ($\delta^{13}\text{C}(\text{CH}_4) = -44,53 \text{ ‰}$). По соотношению молекулярных индикаторов (пристан/фитан = 6,7; дибензотиофен/фенантрен < 0,1%), а также по низкому содержанию серы (<0,08%) сделан вывод, что нефть этого района соответствует нефтям, образовавшимся в осадках глубоководных пресноводных водоемов в период олигоцена – раннего миоцена. Принимая во внимание геологическое строение Средней котловины озера, очевидно, что данная нефть образована в нижних толщах кайнозойских осадков озера Байкал, где для этого есть все условия.

Первое упоминание о газовых гидратах в пресноводном водоеме относится к 1980 г., когда сотрудниками ВНИИГАЗ была опубликована первая схема области возможного их накопления в озере [3]. Позднее на основе измерения теплового потока была построена прогнозная карта глубины нижней границы газогидратного слоя [4]. Геофизический признак гидратности акватории – BSR, в осадках Байкала был получен после проведе-

ния многоканальной сейсмической съемки в 1989, 1992 гг. По результатам последней в районе дельты р. Селенги составлена карта глубины залегания BSR [5]. На основе этих карт и свойств осадка были сделаны первые прогнозные оценки ресурсов газа в гидратах озера в пределах от $8,8 \times 10^{11}$ до $9 \times 10^{12} \text{ м}^3$ [6, 7]. В 1997 г. в ходе реализации проекта «Байкал-бурение» с поддонной глубины 121 и 161 м при глубине воды 1400 м получены первые глубинные образцы газовых гидратов – гидратов биогенного метана кубической структуры КС-I [8]. Дальнейшие работы по газовым гидратам свелись к их поиску вблизи дна – в районах подводных разгрузок газа и газонасыщенного флюида. Благодаря геолого-геофизическим работам в период 1999–2007 гг. на дне озера Байкал выделено четыре грязевулканические провинции. Разработанные геолого-геофизические поисковые признаки газовых гидратов в осадках озера, позволили обнаружить в трех из них приповерхностные скопления газовых гидратов. Все они были обнаружены на вершинах и склонах подводных структур расположенные в районах резких изменений глубины залегания BSR, приуроченных к зонам тектоническими нарушениями. Эти структуры по геофизическим данным выражены в рельефе небольшими подводными возвышенностями диаметром от 600 до 2000 м и в высоту до 60 м, с характерным сейсмоакустическими аномалиями внутри их тела. В кернах с этих структур была обнаружена грязевулканическая breccia. Что позволило отнести эти структуры к грязевым вулканам. В Южной котловине все обнаруженные гидраты являются гидратами биогенного метана и имеют кубическую структуру КС-I. В кернах они представлены в виде скоплений массивных кусков или слоев, образованных горизонтально залегающими линзами и плитками гидрата с маломощными прослойками глинисто-алевритового материала. В Средней котловине наряду с гидратами КС-I были встречены гидраты смеси биогенного и термогенного метана с термогенным этаном образующие кубическую структуру КС-II и представленные в кернах в виде маломощных скоплений спекшихся грануловидных зерен, залегающие или непосредственно на гидратах КС-I, или отделены от них небольшим слоем осадка. Причем в первом случае чаще всего гидраты КС-I были представлены массивными вертикально стоящими пластинами или изогнутыми жилами, выполняющие трещины или каналы в осадках. Возможно, это результат различных механизмов гидратообразования или источников газа, но не исключено, что это пример преобразования (метаморфизма) гидрата кубической структуры КС-I в гидрат кубической структуры КС-II.

Исследование нефти, газа и газовых гидратов в осадках озера Байкал в последние годы еще раз показало уникальность этого пресноводного водоема, теперь с позиций образования и сохранения различных типов углеводородов в ходе преобразования байкальского органического вещества в многокилометровой осадочной толще. Нахождение на ограниченной территории углеводородов в газообразном (газ), жидком (нефть) и твердом со-

стоянии (гидрат), причем последние различных кубических структур, позволяют отнести Байкал к природной лаборатории, где можно легко и доступно – как с воды, так и со льда – проводить изучение естественного кайнозойского нефтегазогидратообразование. Работы могут вестись как с позиций фундаментальных исследований, так и с позиций натурных испытаний приборов, оборудования и технологий, направленных не только на изучение различных типов углеводородов, но и на апробацию пилотной добычи газа из подводных приповерхностных скоплений газовых гидратов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Интеграционного проекта СО РАН № 58.

1. *Рябухин Г.Е.* Труды нефтяного геолого-разведочного института. 1934. Т. 33. С. 1–28.

2. *Конторович А.Э., Дробот Д.И., Преснова Р.Н.* Советская геология. 1989. № 2. С. 21–29.

3. *Ефремова А.Г., Андреева М.В., Левшенко Т.В. и др.* О газах в осадках Байкала // Газовая промышленность. Серия: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. 1980. № 2. С. 15–27.

4. *Голубев В.А.* Геотермический прогноз глубин нижней границы газогидратного слоя в донных отложениях озера Байкал // Докл. РАН, 1997. Т. 352. №5. С. 652–665.

5. *Гольмшток А.Я., Дучков А.Д., Хатчинсон Д.Р. и др.* Оценки теплового потока на озере Байкал по сейсмическим данным о нижней границе слоя газовых гидратов // Геология и геофизика. 1997. № 10. С. 1677–1691.

6. *Голубев В.А.* Геотермический прогноз запасов газогидратов в донных осадках Байкала. Всероссийская научная конференция «Геология и нефтегазаность западно-сибирского мегабассейна». Тез. Докл., 14–17 ноября 2000. Тюмень, 2000. С. 14–17.

7. *Vanneste M., De Batist M., Golmshtok A. et al.* Multi-frequency seismic study of gas hydrate-bearing sediments in Lake Baikal, Siberia // Marine Geology, 2000. V. 172. P. 1–21.

8. *Кузьмин М.И., Калмычков Г.В., Гелетий В.А. и др.* Первая находка газовых гидратов в осадочной толще озера Байкал // Докл. РАН, 1998. Т. 362. №4. С. 541–543.

The latest study of oil, gas and gas hydrates in Baikal sediments demonstrated once more the originality of this freshwater lake. The presence of hydrocarbons that have a different origin, condition and structure in one and the same area allows to consider Lake Baikal as natural laboratory where one can study natural Cainozoe oil, gas and hydrates formation easily and in simple way.

М.Ю. Чудецкий

(ИПНГ РАН, Москва, chudetsky@mail.ru)

Особенности трансформации потоков углеводородно-водных флюидов при их разгрузке в областях морского осадконакопления и особенности жизнедеятельности бактерий на реакциях происходящих в процессе такой трансформации

M.Yu. Chudetsky

(Oil and Gas Problems Institute, Russian Academy of Sciences)

Features of transformation of streams of hydrocarbon-water flows at their unloading in areas sea sedimentation and features of ability to live of bacteria on chemical reaction occurring during such transformation

Благодаря работам Г.А. Заварзина, А.Ю. Лейн и М.В. Иванова в морских осадках и придонных водах детально расшифрована стадийность переработки (деструкции) микроорганизмами органического вещества отмершей биомассы [Заварзин, Колотилова, 2001]. По существу циклы переработки представляют собой конвейер последовательного разложения биополимеров некротомассы с учетом вызываемого этим разложением изменения среды и появления в результате разложения новых продуктов деструкции, используемых бактериями следующего цикла в качестве элементов питания. Это своеобразная бактериальная сукцессия, состоит как минимум из четырех этапов с развитием микробиоценоза археобактерий на конечном этапе. В процессе происходящих в этих циклах преобразований биоорганические вещества превращаются в разного рода геополимеры и метан.

Расшифровку деятельности микробиальных сообществ могут существенно усложнить потоки углеводородно-водных флюидов, если они поступают из недр Земли в зону осадконакопления и процессы трансформации флюидов переплетаются с микробиальной переработкой органического вещества. Поливариантность реконструкции заключается в том, что в низкотемпературных углеводородно-водных флюидах найдены химические компоненты сходные с тем набором химических веществ, которые возникают в анаэробных условиях на заключительной стадии переработки бактериями отмершей биомассы.

Поступающие в зону осадконакопления флюиды могут нести компоненты поддерживающие питание анаэробных бактерий. Это могут быть смеси CO , H_2O ; CO_2 , H_2 , окислы азота и железа, а также, возможно, низкомолекулярные летучие ненасыщенные и гетероэлементные углеводородные соединения. Важно, что использование этих реагентов микроорганизмами должно сопровождаться накоплением продуктов переработки исходных компонен-

тов. В восстановительных условиях, лимитированные соединения кислорода вероятно должны концентрироваться в биомассе бактерий, а сбрасываемыми веществами, следовательно, будут выступать метан или липиды, которые в дальнейшем могут быть идентифицированы исследователями как углеводороды-биомаркеры. Таким образом, анаэробные бактерии, если они присутствуют в нижних горизонтах морского осадка, будут перехватывать наиболее биохимически активные (питательные для анаэробных микроорганизмов) летучие компоненты и могут синтезировать из них простые линейные липиды, циклические и ароматические соединения с молекулярными структурами характерными для биогенных молекул. В отсутствии микроорганизмов процессы трансформации углеводородно-водных геофлюидов так же могут происходить, но менее интенсивно и с образованием углеводородов иной структуры. Такой параллелизм биогенных и абиогенных процессов необходимо учитывать при интерпретации генезиса углеводородных соединений в осадочных породах обогащенных органическим веществом.

В некоторых геологических обстановках недостаточно рассматривать процессы генерации и «модификации» углеводородов только в рамках преобразования органического вещества осадочных отложений в процессах диагенеза и катагенеза. В комплексных работах идеи полигенеза используются не только при поисках источников углеводородов для формирования газовых, но и нефтегазовых месторождений, залежей битумов и горючих сланцев [Дмитриевский, 2003]. Вовлечение в рассмотрение глубинных процессов генерации углеводородов и последующей трансформации вторгающихся в осадочный разрез углеводородных флюидов позволяет достичь согласия в интерпретации изотопно геохимических и данных по биомаркерам с геологическими. При этом в приповерхностных условиях участие микробиальных сообществ в трансформационных процессах способно обеспечить те высокие степени изотопного фракционирования углерода и водорода, при которых за счет различных источников формируются два типа экстремально изотопно легкого либо по $\delta^{13}\text{C}$, либо по δD метана.

«Судьба» флюида в описанных условиях складывается таким образом, что он может трансформироваться микроорганизмами в органическое вещество осадочных пород. Не менее интересна и дальнейшая «судьба» самих археобактерий трансформировавших флюид или конечные метаболиты на заключительном этапе переработки органического вещества в морском осадке.

Последовательность этапов развития бактериальных сообществ в морских осадках определяет развитие археобактерий на самом глубоководном этапе. В морских отложениях нижняя граница зоны жизнедеятельности анаэробного археобактериального микробиоценоза может достигать сотен метров глубины ниже поверхности дна. С отжимаемыми водами бактерии предпоследнего этапа еще могут покинуть осадок до уменьшения пор и вернуться к верхним слоям осадка – организмы ушедшие глубже, как правило, остаются отрезанными верхними наслоениями.

В результате после этапа жизнедеятельности на этапе диагенеза у археобактерий остается единственный путь к продолжению жизни – впадение в сверхдлительный анабиоз и путешествие вместе с осадочными породами по большому геологическому циклу. В этом состоянии они практически не обнаружимы современными методиками культивирования. Жизнедеятельность на этапе, где происходит их «погребение заживо» предопределила особые адаптации археобактерий. У погребенных археобактерий остаются два шанса быть возвращенными в цикл жизнедеятельности биоценоза по переработки захороненного органического вещества. Ближайший шанс это вернуться в верхние горизонты с элизионными водами, и отдаленный шанс быть подхваченными потоком восходящих геофлюидов.

Р.М. Юркова, Б.И. Воронин

(ИПНГ РАН, Москва, bivrmrz@mtu-net.ru)

**Геодинамические условия нефтегазообразования в связи
с подъёмом офиолитового диапира в краевом море**

R.M. Yurkova, B.I. Voronin

(Institute of oil and gas problems, RAS, Moscow)

**Geodynamics of oil and gas formation connected with ophiolite
diapir uplift in the marginal sea**

Исследования по названной теме обусловлены потоком информации об углеводородной дегазации в океане, в краевых морях и на континенте в связи с серпентинизацией ультрабазитов. Ультрабазиты составляют мантийную часть офиолитовой ассоциации. Поэтому исследования состояли в установлении пространственно-генетических связей между формированием месторождений нефти и газа и геодинамикой офиолитов. Обсуждение основано на материалах изучения всех комплексов офиолитов и вулканогенно-осадочных формаций, в том числе нефтегазоносных залегающих во фронтальных частях островных палеодуг в пределах северо-западной активной континентальной окраины Тихого океана: Сахалин, Камчатка, Корякский хребет, остров Карагинский. Установлено, что нефтегазоносные комплексы с промышленными месторождениями нефти и газа так же, как и диапировые внедрения офиолитов приурочены к преддуговой зоне меловой *примитивной палеодуги* (Северный Сахалин) [Юркова, Воронин, 2006]. Диапировые внедрения офиолитов выходят на поверхность на полуострове Шмидта с образованием крупной воронки взрыва газов. Судя по данным аэромагнитной и гравиметрической съёмки массив ультрабазитов п-ова Шмидта имеет почти вертикальное залегание и уходит корнями до верхней мантии. Продолжение диапира в акватории Охотского моря фиксируется зонами интенсивных (2000 гамм) положительных магнитных аномалий. Детальное комплексное изучение ультрабазитов показало, что они были серпентинизированы в мантии с образованием метана на глубинах 40–50 км [Юркова, 2002]. Наиболее высокие содержания H_2 , CH_4 характерны для апооливиновых антигоритов ранней генерации (табл. 1, обр. 251а). Высокое содержание водорода связано с оливином. Следует отметить, что суммарное содержание метана, образованного при серпентинизации срединно-океанических мантийных перидотитов, в 10–100 раз меньше, чем в антигоритах глубинной мантийной серпентинизации. Установлено, что H_2 и CH_4 содержались в изучаемых минералах в частности в антигорите в виде молекул, которые запираются в структуре минерала в зонах инверсии слоёв. Невозможность образования водорода за счет окисления части двухвалентного железа подтверждается отсутствием корреляции между содержанием FeO в образцах

(уточненным на основании данных микрозондового анализа методом мессбауэровской спектроскопии) и количеством выделившегося водорода.

Таблица 1. Содержание восстановительных газов в серпентинах и серпентинитах, ммоль/кг породы.

Серпентиниты	Мантийные		Коровые псевдоморфные				Гидротермально-метасоматические наложенные				
	Olv	251a	251в	251е	251б	251п	1335	457	626	446	284
H ₂	800	230	150	140	0,0	130	90	100	60	500	10
CH ₄	—	30	15	20	15	10	10	20	10	10	0,0
Fe ²⁺	0,19	0,22	0,00	0,00	0,44	—	0,07	0,36	0,00	0,22	0,24
Fe ³⁺	0,00	0,14	0,44	0,47	0,18	—	0,37	0,08	0,75	0,22	0,25

Примечание. Образцы Olv-оливин; 251a, 251в, 251е, 251б – серпентины; 251п – порода в целом апогарцбургитового серпентинита; 1335, 457, 626, 446, 284 – серпентиниты: 446 – из протрузии в вулканический комплекс офиолитов, 626 – из блока офиолитов, локализованного во флишоидном комплексе, 457 – на контакте с родингитом, 1335, 284 – из полосчатого комплекса: 1335 – измененный апогарцбургитовый серпентинит, 284 – серпентинит за счёт регенированного лерцолита.

Эти данные, а главное синхронность выхода H₂ и CH₄, в процессе нагревания образцов дают основание утверждать, что подавляющая часть водорода не может быть отнесена за счет автоокисления ионов Fe²⁺ при нагревании серпентинов, а содержалась исходно в изучаемых минералах. Серпентинитовые слои литосферной мантии на глубинах 40–50 км характеризуются пониженными скоростями прохождения продольных сейсмических волн: 7,8–7,9 км/с вместо 8,1–8,2 км/с в выше нижележащих слоях [Буалло, 1985]. На глубине 40–50 км наблюдается резкое выполаживание зоны Заварицкого-Беньюффа, трассируемой очагами землетрясений. В этой области проявлены силы растяжения и скольжения и тем самым предопределён срыв верхних частей литосферной мантии с подъемом диапира, флюидонасыщенных пластичных серпентинитов [Maekawa et al., 2001]. Серпентиниты были пронизаны разноглубинными магматическими комплексами: полосчатый, габброидный, дайковый, спилит-кератофировый. Наиболее выразительными индикаторами подъёма офиолитов послужили биметасоматические слои, которые возникали в различные стадии формирования офиолитов от T=900°C на глубине 30–40 км до 160° при внедрении во флишоиды [Юркова, Воронин, 2006]. Формирование офиолитовой ассоциации при подъёме диапира происходило в единой флюидонасыщенной магматическо-метаморфической геотермальной системе. Что способствовало активному преобразованию углеводородных флюидов. При этом серпентиниты экранировали углеводородные флюиды от рассеивания, создавая природную автоклавную ситуацию. Флюидное сверхдавление обеспечило подъём диапира, гидрораз-

рыв перекрывающих слоев, а также преобразование углеводородов: с образованием гомологов метана. Эти углеводороды взаимодействуя при каталитической активности тонкодисперсных серпентинитов и железо-никелевых соединений (тэзит, пентландит, магнетиты) в условиях повышенных температур ($T > 350^{\circ}\text{C}$) формировали все групповые компоненты нефти: нормальные алканы, изоалканы, нафтены, ароматические углеводороды. Убедительные экспериментальные и термодинамические свидетельства абиогенного образования всех групповых компонентов нефти (из H_2 , CO , CO_2) при температурах $200\text{--}500^{\circ}\text{C}$ и широком диапазоне давлений на бифункциональных катализаторах показаны в работах Кулаковой, Руденко [2003], К.Г. Ионе с соавторами [2003]. Сейсмическая подвижность предостроводужных палеозон способствовала нарушению целостности серпентинитовых слоев и высокой аккумуляции флюидов в очаговых зонах землетрясений, их концентрации в сжатом виде, приводящей к высоким поровым давлениям и как следствие подъему углеводородных экструзий и интрузий и миграции углеводородов по сдвиговым разломам в ловушки присдвигового неогенового прогиба в поздние этапы становления офиолитов (для Сахалина в плиоцене). В рассматриваемой зоне вплоть до настоящего времени продолжается сток и разгрузка глубинных восстановительных флюидов в гравитационно-конвекционном и компрессионном режимах при неполностью завершеном подъеме офиолитового диапира в Охотском море [Равдоникас, 1990]. Этот режим обеспечил формирование газоконденсатных и газовых залежей в Охотском море в результате миграции и преобразования углеводородных флюидов по оперяющим офиолитовый диапир сдвиговым разломам [Юркова, Воронин, 2006]. В этом случае можно предполагать восполнение уже сформированных залежей. По результатам исследований сделаны прогнозы относительно залежей нефти и газогидратов в акватории Карагинского залива и залива Корф в Беринговом море. Тиличики и Хаилин на Камчатке. Здесь недавно происходили землетрясения в палеозоне перехода примитивная островная дуга – желоб с выходами офиолитовых диапиров на суше на острове Карагинский.

The paper discusses the problem of serpentinization of ultrabasic rocks and formation of hydrocarbon fluids at depth in mantle. The oil and gas deposits form above the seismofocal zone due to hydraulic and hydrocarbon explosions and intrusions, at the concluding stage of ophiolite generation related with the mantle diapir uplift in seas of active continental margin.

***ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЯ,
ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ,
БИОСТРАТИГРАФИЯ,
ПЕРЕКРЕСТНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ
ОТЛОЖЕНИЙ***

А.Г. Аблаев¹, С.А. Сафарова², Ли Чен-Сен³, Ван Ю-Фей⁴

(¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН;

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова; ³Институт Ботаники АН КНР;

⁴Институт Ботаники АН КНР)

**Итоги исследований по российско-китайской программе
«Тумангано-Бикинский бассейн седиментации»
(2001-2006 гг.)**

Завершено обобщение материалов по биостратиграфии дочетвертичного кайнозоя крупнейшего на Дальнем Востоке Тумангано-Бикинского бурого угольного бассейна, охватывающего территории КНДР, Китая и Дальнего Востока России. На площади бассейна размещен целый ряд угленосных депрессионных структур с углями промышленной мощности: на севере Кореи – Юсонская, Онсонская, Сепёльская, Ундокская и Хеньёнская угленосные впадины, на северо-востоке Китая – Хуньчуньская угленосная впадина, в Приморье – Краскинская, и Нижнебикинская впадины. Исследованиями в разные годы была охвачена большая часть впадин (не изученными остались Ундокская и Хеньёнская впадины). Эти исследования сопровождалось детальным описанием разрезов, сбором и изучением растительных остатков (в макро- и микрофоссилиях) с целью дальнейшей детализации схемы стратиграфии третичных отложений Тумангано-Бикинского бассейна седиментации и выработки рабочей схемы стратиграфии района работ (эта схема до сих пор отсутствует) с последующим переводом её в ранг корреляционной схемы стратиграфии; конечным результатом проводимых исследований является выработка унифицированной схемы стратиграфии. Только на базе хорошо обоснованной стратиграфической шкалы кайнозоя побережья возможна увязка с одновозрастными отложениями и структурами акватории Японского моря, которая была начата И.И. Берсеновым (Берсенов и др., 1987).

Обработка полученных биостратиграфических материалов, сопровождаемая их монографическим описанием (Аблаев, 2001; Аблаев и др., 2003; Аблаев и др., 2006; и др.), позволила нам почти полностью отказаться от прежних стратиграфических построений, предложенных в своё время корейскими, китайским и отечественными геологами. Прежде всего это касается группы депрессионных структур, размещенных на севере Кореи. Так, согласно официальной точки зрения (Геология Кореи, 1993), все угленосные отложения, выполняющие Юсонскую, Онсонскую, Сепёльскую, Ундокскую и Хеньёнскую угленосные впадины, миоценового возраста. Изучение разрезов Онсонской, Юсонской и Сепёльской впадин дало нам (Аблаев и др., 1993) основание высказаться о разновозрастности угленосных толщ, развитых в этих впадинах: здесь распространены угленосные толщи промышленной мощности как эоценового возраста, так и миоценового. Это в принципе меняет всю стратиграфическую картину. Из нашего заключения (Аблаев, 2001) следует, что палеогеновые отложения также промышленно

угленосны как и неогеновые; необходим целенаправленный поиск твердых горючих полезных ископаемых среди так называемых “бесперспективных” на уголь палеогеновых отложений.

Другой пример касается Хуньчуньской угленосной впадины на территории Китая, находящейся в непосредственной близости от Краскинской впадины. Согласно одной точки зрения (Xu et al., 1988), в стратиграфической схеме и на геологической карте (масштаб 1:500000) провинции Гирин, подготовленные Гон-Ю Сю с соавторами, угленосная хуньчуньская формация/свита датирована в рамках палеоцена – олигоцена, т.е. охватывает весь палеогеновый период. Согласно другой точке зрения (Guo, Li, 1979; Guo, 2000), в отложениях формации Хуньчунь обнаружено большое количество растительных остатков сеноман-коньякского возраста; угленосная формация рассматривается верхнемеловой. Весь растительный комплекс, собранный нами в отложениях угленосных отложений формации Хуньчунь, по нашим данным (Аблаев и др., 2003), не выходит за рамки эоцена.

Одновременно был поднят вопрос о необходимости дальнейшего уточнения возраста угленосных отложений, развитых в Нижнебикинской впадине на севере Приморья. По совокупности данных предварительных определений по фауне пресноводных моллюсков, макро- и микрофлоре весь комплекс терригенно-угленосных отложений Нижнебикинской впадины подавляющим большинством исследователей был сближен с комплексом терригенно-угленосных отложений Угловской группы впадин Южного Приморья: нижняя угленосная толща Нижнебикинской впадины отождествлена с эоцен-олигоценовой угловской свитой; вышележащая безугольная толща (иначе, лучегорская свита) – с олигоценовой надеждинской свитой, верхняя угленосная толща (иначе, бикинская свита) – с нижне-среднемиоценовой терригенно-угленосной толщей. Данная точка зрения отражена в решениях последнего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Решения..., 1994).

Вместе с тем, имеются данные изучения ископаемой флоры Нижнебикинской впадины, которые совсем не подтверждают общепринятую точку зрения на возраст угленосных отложений. Важным, на наш взгляд, является обнаружение Р.С. Климовой (Ульямбаев и др., 1997) в верхней продуктивной толще / бикинской свите остатков вымершего рода *Trochodendroides*, представители которого исчезают полностью к середине олигоцена (Буданцев, Мохов, 1986; и др.). Особо следует подчеркнуть, что отпечатки листьев *Trochodendroides* впервые были обнаружены М.М. Кошман (1964) в отложениях непродуктивной свиты/толщи и верхней продуктивной свиты / толщи. Нами подтверждается присутствие *Trochodendroides* в составе верхней продуктивной толщи. Более того, состав растительного комплекса верхней продуктивной толщи дополняют виды *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Populus celastrophylla* (Baik.) Sych., *Byttneria iizimae* Tanai, *Vitis sachalinensis*

Krysht. и др., в том числе, *Maesa nipponica* Tanai, *Kleinhovia basitruncata* (Oishi et Huz.) Tanai, которые исключают помещение вмещающих растительные остатки отложений на уровень неогена. Примечательно, Т.М. Кодрул (1999), исследуя палеогеновую флору Сахалина, отнесла к числу сахалино-японских эндемичных видов эпохи эоцена *Populus celastrophylla* (Baik.) Sych., который встречается на площади Нижнебикинской впадины в массовом количестве по всему разрезу, *Plafkeria basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai и *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz.

Характеристику палинофлоры Нижнебикинской впадины привели А.С. Кундышев и Н.Б. Верховская (1989) по материалам изучения керна скважин, вскрывших среднюю безугольную/лучегорскую (скв. 102; вскрытая мощность 292 м) и верхнюю угленосную/бикинскую (скв. 260; вскрытая мощность 325 м) свиты. На основании изучения палинофлоры средней безугольной и верхней угленосной толщ Нижнебикинской угленосной впадины оба исследователя пришли к заключению о их одновозрастности, т.е. терригенные отложения безугольной толщи (озерные фации) и терригенно-угленосные отложения верхней угленосной толщи (пойменно-русловые фации) рассматриваются как фациальные аналоги, сформированные одновременно, по всей вероятности, в эпоху позднего эоцена. Значительно раньше И.И. Берсеневым (1969) было высказано мнение, которое нами полностью разделяется, о крайней фациальной изменчивости терригенно-угленосной толщи, единой для всей впадины, не поддающейся дробному литологическому и возрастному подразделению.

У нас нет оснований высказываться о существенном различии флористических спектров – по макро- и микрофоссилиям – нижних и верхних горизонтов Нижнебикинского терригенно-угленосного разреза; напротив, в главном, растительные комплексы из разных стратиграфических уровней разреза близки между собой в систематическом плане; виды из числа покрытосеменных, присущие неогеновому этапу развития флоры и растительности, в составе бикинской флоры отсутствуют (Аблаев и др., 2006).

Н.А. Азербайев

(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева МОН РК; Алматы, Казахстан,
e-mail: nazer@nursat.kz)

Фация доломитово-известковых осадков континентального подножия с глубоководными фенами в кокбулакской свите Большого Каратау (Казахстан)

N.A. Azerbayev

(K.I. Satpaev Insntitute of geological Sciences, Almaty, Kazakhstan)

The facies of dolomite-calcic deposits of the continental rise with deep-water fans in the Kokbulak suite in Bolshoy Karatau (Kazakhstan)

Среди актуальных вопросов современной литологии важное место принадлежит проблеме реконструкции обстановок седиментации в бассейнах подвижных областей. Эта проблема решается литолого-фациальным методом, а также анализом происхождения древних бассейнов седиментации с актуалистических позиций. Новые возможности литолого-фациального анализа в подвижных областях открывает использование результатов исследований литодинамики и осадкообразования морей и океанов, глубоководного бурения. При фациальном анализе отложений складчатых областей целесообразно выделять фации крупных морфоструктурных элементов палеобассейнов, как это предложено И.О. Мурдмаа [1] для современных океанов.

В отложениях кокбулакской свиты среднего кембрия – нижнего ордовика Большого Каратау по рекам Арпаозен и Кши-Карагуз нами впервые выделена фация доломитово-известковых осадков континентального подножия с глубоководными фенами – КП-ДИ. Эта фация состоит из серых и темно-серых обломочных доломитов (содержат доломита 90–96%) и известковых доломитов (содержат доломита 71–79%, кальцита 9–15%), являющихся плотно сцементированными доломитовыми песчаниками и алевролитами, глинистых доломитов и доломитовых мергелей, нормальных и известковых аргиллитов, серых очень мелкозернистых и микрозернистых известняков (содержат 93–100% кальцита), осадочных брекчий известняков. По данным рентгеноструктурного анализа доломиты состоят из кальциевого доломита (50 мол. % CaCO_3), известняки – из низкомагнезиального кальцита. Источником обломочного доломита вероятно были докембрийские и кембрийские отложения карбонатной платформы Малого Каратау.

Микрозернистые и очень мелкозернистые породы обладают очень тонкой, почти равномерной горизонтальной слоистостью. Обломочные доломиты характеризуются неотчетливой горизонтальной, градиационной слоистостью и неоднородной текстурой. Мощность сортированных слоев от 0,3–4 до 45 см. В слоях с градиационной, реже маятниковой направленностью выявлены последовательности ABD, BD, BDE, BDB и BDBDE А. Бумы.

Редко встречаются интервалы с мелкой косой, косоволнистой и сильно асимметричной волнистой слоистостью, являющейся сильно асимметричной рябью течения. В седиментационных брекчиях текстура брекчиевидная, обломки часто ориентированы параллельно напластованию, придавая слоеватый облик. В нижней части потоков обломки характеризуются черепитчатым расположением. В брекчиях встречены мелкие асимметричные складки оползания (до 6 см).

Фауна представлена только трилобитами. Г.Х. Ергалиевым в известняках найдены *Lotagnostus*, *Hedinaspis*, *Charchacia* и др. Эти остатки установлены в литогенетических типах КП-ДИ-1 и КП-ДИ-6, интерпретируемых как иловые осадки. По М. Тейлору и Г. Куку этот комплекс трилобитов – автохтонный и был приспособлен к обитанию в относительно глубоководной обстановке. Эти таксоны в позднем кембрии запада США обитали в трилобитовой субпровинции «нижней части» континентального склона [2, 3].

Мощность фации в разрезе по р. Арпаозен составляет 310–316 м. По данным Н.Н. Севрюгина мощность этой свиты в разрезе по р. Кокбулак увеличивается до 1400 м.

В фации КП-ДИ выделено 7 литогенетических типов. Некоторые из них образовались в разных частях глубоководного фена. Разработан вариант модели глубоководного фена. В разрезе по р. Арпаозен установлены внешняя и средняя части фена.

Литогенетическим анализом установлено, что в формировании фации КП-ДИ основную роль играли следующие седиментационные процессы: 1) Вертикальное осаждение карбонатных и глинистых илов; 2) Гравитационная транспортировка турбидными, зерновыми, дебрисовыми потоками и оползнями; 3) Горизонтальное перемещение контурными течениями вдоль палеосклона. Отчетливо виден гемипелагический характер илов, образованных *in situ*, и набор седиментационных факторов, характерных для глубоководных фенов, расположенных на подножии континентов и крупных островов.

Фация КП-ДИ образовалась в Ран-Арпаозен-Кокбулакской структурно-фациальной зоне Большого Каратау [4]. По латерали на юго-запад в Саускандык-Абаилской структурно-фациальной зоне описываемая фация сменяется фацией глинисто-известковых осадков приконтинентальной области абиссальной равнины – ПАР-ГИ. Большой Каратау является частью Ишим-Каратауская структурно-формационная зоны, которая в раннем палеозое была пассивной окраиной Улытау-Мойынкумского микроконтинента [5, 6, 7, 8, 9]. Фация КП-ДИ образовалась на трансгрессивной фазе каледонского циклокомплекса [10].

1. Мурдмаа И.О. Фации океанов. М.: Наука, 1987. 304 с.

2. Taylor M.E., Cook H. Continental Shelf and Slope Faces in the upper Cambrian and lowest Ordovician of Nevada // Geology studies. V. 23, P. 2. 1976. P. 181–214.

3. *Taylor M.E.* Late Cambrian of Western North America: Trilobite Biofacies, Environmental significance, and Biostratigraphic Implications // *Concepts and Methods of Biostratigraphy*, Stroudsburg, Pennsylvania, 1977. P. 397–425.

4. *Азербает Н.А.* Структурно-фациальная зональность Большого Каратау // *Вестник АН КазССР*. 1988. № 6. С. 37–42.

5. *Tazhibayeva P.T., Azerbayev N.A.* Continental Slope carbonate deposits in lower Paleozoic of Bolshoy Karatau // *Abstr. XI Intern. Congr. on Sedimentology*. Hamilton, Ontario, 1982. P. 153.

6. *Тажибаета П.Т., Азербает Н.А., Фазылов Е.М.* Осадочные фации венда и некоторые вопросы позднедокембрийской истории развития Большого Каратау // *Проблемы осадочной геологии докембрия*. Вып. 10. М.: Наука, 1985. С. 128–137.

7. *Абдулин А.А., Чимбулатов М.А., Азербает Н.А. и др.* Заключение // *Геология и металлогения Каратау*. В 2-х т. Т. 1. Геология. Алма-Ата: Наука, 1986. С. 223–226.

8. *Азербает Н.А.* Осадочные фации венда и нижнего палеозоя каледонид западной части Центрального и Южного Казахстана. Автреф. дис... д-ра геол.-минер. наук. Алматы, 1997. 52 с.

9. *Азербает Н.А.* Новые материалы о связи тектоники и седиментации на палеозойской пассивной континентальной окраине (на примере Ишим-Каратауской зоны) // *Геология Казахстана*. Алматы, 2004. С. 19–25.

10. *Азербает Н.А.* Каледонский циклокомплекс в отложениях венда-раннего палеозоя Ишим-Каратауской структурно-формационной зоны (Казахстан) // *Литология и полезн. ископаемые*. 2001. № 1. С. 16–35.

In the facies of dolomite-calcic deposits of the continental rise seven lithological types have been specified. They formed in the outer and middle part of the fan on the Early Paleozoic passive margin of the Ulytau-Moiynkum micro-continent.

М.С. Афанасьева¹, Э.О. Амон²

(¹Палеонтологический институт РАН, Москва, e-mail: mafan@paleo.ru;

²Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: amon@igg.uran.ru)

Провинциализм радиолярий позднего девона

M.S. Afanasieva¹, E.O. Amon²

(¹Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow; ²Institute of Geology

and Geochemistry, Urals Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg)

Provincialism of radiolarian fauns in the Late Devonian

Климатическая зональность в девонском периоде была более четкой по сравнению с ранним палеозоем, но число климатических зон оставалось по-прежнему небольшим, и их границы были размыты. Регрессия в раннем девоне, когда возникло множество изолированных и полуизолированных бассейнов, способствовала обособлению фаунистических комплексов. В среднем и позднем девоне общение между морями стало более свободным.

Вместе с тем радиоляриевым фаунам девона был свойственен биогеографический провинциализм, почти такой же, какой наблюдается у голоценовых фаун, когда экваториальная радиоляриевая фауна значительно отличается от субтропической, субтропическая от арктической, а антарктическая – от всех остальных.

На основании анализа всех имеющихся собственных и литературных материалов по радиоляриям позднего девона выделены три радиоляриевые провинции (см. рисунок): Лаврусская (юго-западная), Палеоазиатская (северо-восточная) и Австралийская (юго-восточная).

Различия между Лаврусской, Палеоазиатской и Австралийской провинциями отчетливо выявляются по числу и набору видов-космополитов, морфологическим признакам скелетов и различной частоте встречаемости тех или иных родов, а также обилию родов и видов. Причины таких различий заключаются, скорее всего, в климате, поскольку указанные территории, находились в девоне в экваториальном, тропическом или субтропическом поясах, а кроме того в гидрологических, гидрохимических и палеотектонических характеристиках акваторий обитания радиолярий.

Наиболее благоприятными для обитания радиолярий в геологическом прошлом являлись биотопы и акватории, расположенные вблизи континентов или на сравнительно небольшом от них удалении, но не пелагические или центральные зоны океанов. Наиболее богатые и разнообразные ориктоценозы радиолярий сформированы: 1) при наличии системы течений, 2) в акваториях сублиторали, приближенных к континентальным массивам, 3) под влиянием апвеллинга и других гидрографических явлений, 4) в областях повышенной биопродуктивности над глубинными разломами и зонами развития рифтовых систем.

Древнерусский континент по палеомагнитным данным в ордовике, силуре и девоне мигрировал по направлению к северу; при этом, если в ордовике,

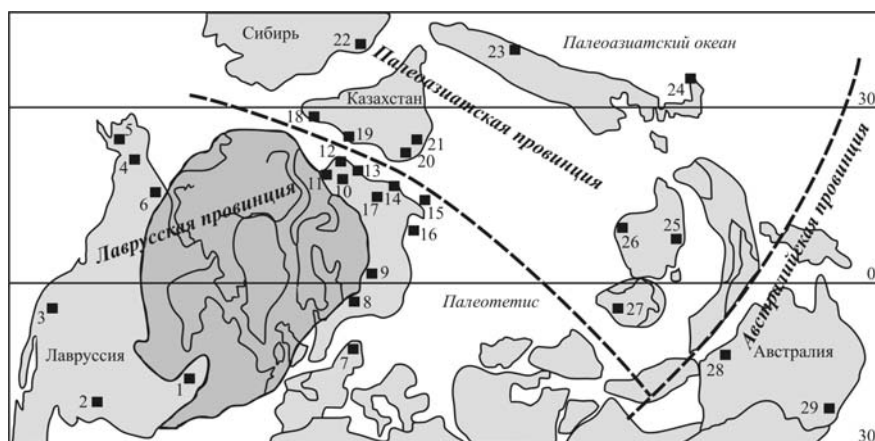


Рисунок. Географическое распространение радиолярий в конце девона

1 – США, штат Огайо, оз. Эри, 2 – США, штат Оклахома, 3 – США, штат Невада, 4 – Восточная Аляска, 5 – Центральная Аляска, 6 – Северо-Западная Канада, 7 – Германия, 8 – Польша, 9 – Припятский прогиб, 10 – Тимано-Печорский бассейн, 11 – Полярный Урал, 12 – Северный Урал, западный склон, 13 – Средний Урал, западный склон, 14 – Южный Урал, 15 – Мугоджары, 16 – Прикаспийская впадина, Западный Казахстан, 17 – Волго-Уральская провинция, 18 – Северный Урал, восточный склон, 19 – Средний Урал, восточный склон, 20 – Чарская зона, Восточный Казахстан, 21 – Алайский хребт, Киргизстан, 22 – Рудный Алтай, 23 – Центральная Монголия, 24 – Малайзия, 25 – Южный Китай, 26 – Северо-Западный Китай, 27 – Таиланд, 28 – Западная Австралия, 29 – Восточная Австралия;
----- границы раздела Лаврусской, Палеосибирской и Австралийской провинций.

силуре и раннем девоне направление палеомеридианов было близким к современному, то в позднем девоне ситуация изменилась [Мизенс, Свяжина, 2007]. Палеомагнитные данные подчеркивают то обстоятельство, что восточная окраина Лаврусской радиоляриевой провинции (восток Древнерусского континента и его окраинные моря – Тимано-Печорское и Уральское) располагалась в девоне в экваториальном климатическом поясе, получавшем максимум солнечной радиации.

Это подтверждает высказанную ранее гипотезу Д.В. Наливкина [1956], основанную на присутствии барьерных рифов в Уральском палеобассейне, о расположении востока Русской платформы в экваториальном поясе. Развитие рифов свидетельствует о сильном прибое, чистоте воды и тропическом климате, со средней годовой температурой до 20°C. В конце девона палеомагнитный экватор проходил по Тиману примерно по меридиану 50° [Тихий, 1975].

Экваториальный климатический пояс в настоящее время характеризуется максимальным биоразнообразием радиолярий на родовом и видовом

уровнях и максимальной биопродуктивностью их популяций [Петрушевская, 1986]. То же самое было свойственно и для девонского периода [Afanasyeva et al., 2005; Афанасьева, Амон, 2006].

С другой стороны массовые скопления богатых комплексов радиолярий девона на восточной окраине Древнерусского континента совпадают с областями развития авлакогенов. Кроме того, рифты являются устойчивыми в пространстве и времени каналами дегазации Земли щелевидной формы, а в пределах Русской платформы областью пониженной концентрации озона является Урало-Каспийская рифтовая система, которая продолжает оставаться зоной интенсивной дегазации планеты [Сывороткин, 2002].

Уничтожение озонового экрана планеты в условиях массовой дегазации неизбежно приводило в прошлом к переоблучению биосферы активным ультрафиолетом и гибели биоты. С другой стороны, повышенный радиоактивный фон оказывает мутагенное воздействие на биологические объекты. И если спонтанные выбросы глубинного водорода действительно имели место в геологическом прошлом (в частности в доманикоидных бассейнах среднего франа с аномальным режимом сероводородного заражения), то должна была наблюдаться именно такая картина, какая наблюдается в настоящее время в случае Эль-Ниньо. И особенно подвержены влиянию ультрафиолетового излучения сообщества шельфов, где наиболее обилён фито- и зоопланктон. Мутагенное воздействие ультрафиолетового излучения способствует зарождению новых видов [Сывороткин, 2002]. Возможно, что и фантастическое разнообразие комплексов радиолярий, особенно из доманикоидных отложений позднего девона Тимано-Печорского бассейна, формирование которых приурочено к рифтовым зонам, можно объяснить многочисленными мутациями, создававшими все новые и новые виды.

Перечисленные факты подчеркивают наличие благоприятной палеогеографической обстановки становления девонской ассоциации радиолярий Уральского и Тимано-Печорского бассейнов, значительно превосходящие по степени обилия комплексы радиолярий Западной Сибири и Алтае-Саянской области, которые в девоне обитали севернее.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН "Происхождение и эволюция биосферы" и РФФИ (проекты № 06-05-65022; № 07-04-00649).

For the first time based on radiolarian paleobiogeography the three late Devonian radiolarian marine provinces are distinguished: Lavrussian (southwest), Paleoasian (northeast) and Australian (southeast). Differences between provinces clearly emerged on number and composition of species-cosmopolitans, on morphological characteristics of skeletons and various frequencies of occurrence, and also on abundance of genera and species.

М.С. Бараш

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, barashms@yandex.com)

**Развитие мезозойской биоты океанов под влиянием
абиотических факторов**

M.S. Barash

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow)

**Development of Mesozoic oceanic biota by influence
of abiotic factors**

Рассмотрение развития биоты океана в связи с изменениями абиотических факторов показывает, что длительные интервалы без резких изменений среды, в условиях трансгрессии, активной гидродинамики и разнообразия экологических ниш способствуют увеличению биоразнообразия и количества организмов. Сокращение биоты вызывается быстрым изменением условий, особенно многократной сменой противоположных тенденций (трансгрессия-регрессия, потепление-похолодание, и др.). Кроме того, отрицательное влияние оказывают однозначно вредные для развития организмов события, такие как глобальное развитие аноксии в океанах, мощные излияния трапповых базальтов и вулканизм, столкновение Земли с космическими телами (импакт-события).

Изменения абиотических условий среды, приводившие к гибели организмов, стимулировали эволюцию. Изменения морской биоты происходили на фоне изменений условий среды, а в случае быстрых, катастрофических изменений имели место эпизоды вымирания, в том числе массовой гибели организмов.

Мезозойская эра началась после наиболее катастрофической в истории Земли массовой гибели организмов в конце пермского периода, когда интенсивность вымирания родов морских организмов достигла более 50%, и закончилась другой катастрофой в конце мелового периода, когда интенсивность вымирания достигла более 30%. В конце триасового периода также произошла массовая гибель организмов – интенсивность вымирания составила почти 30%. Оба мезозойских события, которые относят к пяти «великим массовым исчезновениям» фанерозоя, ассоциируются со всеми 8-ю рассмотренными выше причинами и абиотическими факторами, отрицательно влияющими на биоразнообразие. Остальные, менее катастрофические, биологические кризисы, или перестройки, соответствуют интервалам, когда, по имеющимся сведениям, имели место до 4–5 таких факторов (таблица).

Таблица показывает, что конечной, универсальной, причиной гибели морских организмов при массовых исчезновениях и менее значительных перестройках почти во всех случаях была аноксия. Она сочеталась с другими абиотическими факторами или была ими вызвана. Сами по себе эти факторы могли повлиять только на часть морских организмов, привести к сме-

Таблица. Возможные причины массовых вымираний (МВ) и биологических кризисов (БК) в мезозое

Геологический возраст (млн. лет назад)	Био- событие	Импакт- событие	Текто- ника	Вулка- низм	Похоло- дание	Потепле- ние	Регре- ссия	Транс- грессия	Аноксия
Конец мела. Маастрихт (~65.5)	МВ	+	X	+	+	+	+	+	+
Мел. Сеноман/турон (~93.5)	БК		X	X		+		+	+
Мел. Апт/альб (~112)	БК								+
Конец юры. Титон (150.8-145.5)	БК	+	+	+	X		+	+	
Юра. Келловей/окфорд (~161)	БК	?	X		+		+		+
Юра. Плинсбах/тоар (~183)	БК				+	+	+	+	+
Конец триаса. Рэт (203.6-199.6)	МВ	+	+	+	X	X	+	X	+
Граница перми и триаса (~251)	МВ	+	+	+	+	+	+	+	+

(+ - высокая достоверность, X - меньшая достоверность, ? – предположение)

щению ареалов и сокращению или исчезновению экологических ниш, но не к глобальному кризису. Однако быстрая смена противоположных тенденций (потепление - похолодание, трансгрессия – регрессия, и т.п.) определенно приводили к деградации биоразнообразия. Но массовое исчезновение биоты могло вызвать лишь возникновение условий, делавших всю или почти всю морскую среду непригодной для жизни: аноксия, отравление воды вредными химическими веществами, резкое уменьшение фотосинтеза и первичной продукции, воздействие жесткого космического облучения и др.

Абиотические факторы, непосредственно влияющие на эволюцию морской биоты (температура, солевой состав воды, концентрация биогенных элементов, кислорода, углекислоты и других растворенных и взвешенных компонентов, структура водной толщи и гидродинамика, характер дна, освещенность и др.), определяются причинами более высокого порядка. Среди земных причин важнейшими являются тектонические движения (горизонтальные и вертикальные) и вулканизм. На общий фон глобальной эволюции Земли, определяемый внутренними земными причинами, накладывались внешние, например, изменения орбитальных параметров и прецессии оси Земли. Влияние этого фактора на сильные и быстрые климатические изменения доказано для многих интервалов фанерозоя.

По мере исследований становится все более явным значение импакт-событий в развитии земной биоты. Сейчас на Земле известно порядка 150 ударных кратеров разного размера и возраста. Наземные и космические геофизические исследования вскрывают все новые ударные кратеры. Ясно, что импакт-события были неотъемлемой частью развития Земли на протяжении всего ее существования. Совпадение или близость по времени импакт-событий к интервалам изменений других важнейших условий среды обитания, которые вели к перестройкам экосистем или массовой гибели организмов, доказывает их связь или зависимость от более общих первопричин космического характера: повышения космической радиации, интенсивности электромагнитного и гравитационного поля, влияние взрыва сверхновой звезды, пересечения Солнечной системой спиральных ветвей Галактики и др.

Рассмотрение развития морской биоты в мезозое под влиянием абиотических факторов разного порядка подтверждает взаимосвязи, намеченные ранее для палеозоя (М.С. Бараш. Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 1-13), и возможность существования их общей первопричины, находящейся вне пределов Солнечной системы. Важнейшим выводом из рассмотренных выше материалов является несомненное развитие всех процессов на Земле, в том числе биосферы, в тесной и непрерывной связи с космическими процессами, с обменом веществом и энергией с Космосом, составной частью которого является наша планета.

An analysis of the biota development in response to the changing abiotic factors in Mesozoic shows that major of them are a climate, positions of ocean level, high-energy hydrodynamics and structure of water, its chemical components, volcanic activity, tectonics (horizontal and vertical movements of lithosphere blocks), collision of the Earth with space bodies (impact events). Stable conditions and a variety of ecological niches promoted a growth of biodiversity. The changes of conditions led mass destruction of organisms, stimulated evolution. The major conclusion from the considered materials is doubtless development of all processes on the Earth, including biospheres, in close and continuous connection with the processes occurring beyond the Solar system, in Space, which component our planet is.

И.М. Барг

(Днепропетровский национальный университет, e-mail: igorbarg@rambler.ru)

О средиземноморском этапе развития

Азово-Черноморского бассейна

I.M. Barg

(Dnepropetrovsk national University)

On mediterranean stage of development of the

Azovian-Black Sea basin

В разрезе верхнего плейстоцена Азово-Черноморской области карангатские отложения являются одним из главных реперов межрегиональной корреляции этой акватории с бассейном Средиземноморья. В карангатское время Черноморский бассейн имел прямую связь со Средиземноморьем, что подтверждается наличием в отложениях типичной средиземноморской фауны. Для научно-обоснованного решения вопроса о корреляции карангата необходимо прежде всего четко установить объем этого стратиграфического подразделения. Карангатские отложения широко распространены в пределах всей Азово-Черноморской области. Они встречены на побережье Каркинитского залива, в Приазовье, на северо-западном шельфе Черного моря, у берегов Крыма и на Керченском полуострове. Впервые эти отложения в качестве тирренских были установлены на мысе Карангат Н.И. Андрусовым, а затем уже как карангатские были установлены исследованиями А.Д. Архангельского и Н.М. Страхова в акватории Черного моря, Л.А. Невесской и П.В. Федоровым на Керченском полуострове и Г.И. Молявко в Приазовье. Нами карангатские отложения были детально изучены в Центральной и Северо-Западной части Азовского моря, в Керченском проливе и на побережье Каркинитского залива. В большинстве случаев литологические и экологические особенности этих отложений свидетельствуют о мелководности карангатского бассейна и его нормальной солености. Обычно отложения карангата сложены грубозернистыми галечниками песчано-ракушечными и глинисто-песчанистыми отложениями, кварцево-детритусовыми песками, зеленовато-серыми и серыми глинами с многочисленной средиземноморской фауной. Отстроенные палеогеографические карты показывают, что карангатский бассейн имел очертания чрезвычайно близкие к очертаниям современного Азово-Черноморского бассейна.

Стратотип карангатских отложений был установлен Л.А. Невесской [1963] у пос. Героевского на юго-западной оконечности Керченского полуострова. Судя по составу моллюсковой фауны, в стратотипическом разрезе выделяется три толщи отложений: нижняя содержит весьма обедненную средиземноморскую фауну с редкими *Cerastoderma edule*, *Abra ovata*, *Paphia senescens*. вверх по разрезу количество и видовое разнообразие фауны резко возрастает, здесь встречены *Cerastoderma edule*, *Macra corallina*, *Donax*

trunculus. Самая верхняя часть разреза охарактеризована более эвригалинным комплексом фауны: *Cerastoderma edule*, *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*. Здесь изредка наблюдаются каспийские виды *Dreissena polymorpha*. Детальное изучение фауны показывает, что нижняя часть карангатского разреза отвечает началу средиземноморской трансгрессии, когда происходило смешение соленых средиземноморских и солоноватоводных черноморских вод. Эти отложения, вероятно, отвечают лиманно-морским и встречены нами в Азовском море и Керченском проливе. Центральная часть разреза отвечает максимуму средиземноморской трансгрессии и содержит многочисленную нормально-морскую фауну, среди которой следует отметить: *Gastrana fragilis*, *Spisula subtruncata*, *Irus irus*, *Cerastoderma exiguum*, *Loripes lactea*, *Chione gallina*, *Tellina tenuis*, *Corbula gibba*, *Solen vagina*, *Chlamys glabra*, *Mactra corralina*. Нижнюю и среднюю толщу мы относим к карангатским отложениям и коррелируем их соответственно с тобечикскими слоями и собственно карангатскими отложениями, что касается тарханкутских слоев, выделенных Л.А. Невесской [1963], хвалынских выделенных Г.И. Поповым [1955] и суржских, выделенных П.В. Федоровым [1978] и отнесенных к верхней части карангата, то нами было предложено выделение здесь самостоятельного азово-хвалынского горизонта. Эти слои по стратиграфическому положению отвечают тарханкутским, а по фаунистическим особенностям хвалынским слоям Каспия, где наряду с мелкими *Didacna ebersini*, *D. sulcatulus*, *Dreissena rostriformis* встречены единичные *Cerastoderma edule*. Находки отложений азово-хвалынского горизонта в Азовском море свидетельствуют о связи Черного моря с Каспийским через Манычский пролив. Отсюда становится понятным каким образом каспийские дрейсены проникли в Азово-Черноморский бассейн во время широкой черноморской новоэвксинской трансгрессии. Стратиграфический объем карангатского горизонта следует принимать в составе нижних лиманно-морских или тобечикских слоев в верхних собственно карангатских. Азово-хвалынский горизонт мы рассматриваем в качестве слоев послекангатской регрессии.

Детальное изучение моллюсковой фауны карангата из многих местонахождений и литературные данные четко указывают на постепенное изменение солености от Черного моря к Азовскому. Если в Западном Причерноморье и у берегов Крыма в геологических разрезах карангата встречаются следующие стеногалинные виды моллюсков: *Arca noae*, *A. barbata*, *A. lactea*, *Nucula nucleus*, *Chama gryphoides*, *Cerastoderma tuberculata*, *Petricola lithophaga*, *Dosinia exoleta*, *Divaricella divaricata*, *Tellina donacina*, *T. albican*, *Ensis ensis*, *Mactra corallina*, *Thracia papyacea*, *Patella pontica*, *Gari depressa*, *Anomia ephippium*, *Scala (Scalaria) communis*, *Aporhais pes-pelecani*, *Nassa reticulata*, *Calyptraea chinensis*, *Gibbula magna albida*, *Arcularia gibbosula*, *Retusa mamillata*, *Acteon tornatilis*, *Naytiopsis granum*. Эти виды в большинстве случаев живут в Адриатическом и Средиземном морях и не выдерживают опреснения ниже 28–30 ‰. Очевидно в изученных нами районах соленость

карангатского бассейна приближалась к 30 %. В момент послекарангатской регрессии, что иллюстрируется появлением в геологическом разрезе азово-хвалынского горизонта, соленость бассейна резко падает. Наблюдаемое нами резкое обеднение фаунистического состава карангатских отложений с запада на восток дает нам основание в Керченском проливе рассматривать объем карангата, как это уже отмечалось выше в составе тобечикских и собственно карангатских слоев, а в Азовском море не производить расчленение карангата на отдельные слои, поскольку здесь во многих скважинах встречена смешанная эвригалинная и стеногалинная фауна. На отдельных участках моря, подвергшихся опреснению речными артериями встречаются пресноводные и солоноватоводные каспийские виды. В более глубоководных участках карангатского бассейна, в частности в районе поднятий Голицына и Шмидта, фауна отличается своей мелкорослостью. Исследователи связывают это как с большей глубиной бассейна, так и с изменением его температуры в сторону похолодания. Важно подчеркнуть, что карангатские отложения на Керченском полуострове встречены в береговых террасах на высоте от 10 до 14 м, в районе Северо-Западной части Черного моря подошва карангатских отложений достигает 20–26 м, в Керченском проливе более 30 м. Все эти находки карангатских отложений как на суше, так и ниже современного уровня моря и свидетельствуют о новейших колебательных движениях как верхнего плейстоцена, так и голоцена и о современных абразионных береговых процессах. Именно голоценовый этап привел к мощному размыву карангатских отложений во многих пунктах Крымско-Кавказской области. Об этом свидетельствует практически полный размыв карангата во время голоценовой трансгрессии на Кавказском побережье, а также многочисленные находки вымытых и переотложенных карангатских моллюсков среди голоценовой и современной фауны Азовского и Черного моря. Интересно отметить, что в устье р. Салгир, в Молочном лимане, на Арабатской стрелке карангат залегает ингрессивно среди континентальных лессовидных суглинков. По данным В.Н. Семененко [1979] именно в карангатское время начали формироваться многочисленные лиманы за счет затопления устьев рек. Данные абсолютных датировок, полученных радиоуглеродным анализом для карангата в Азовском море составляют от 45 до 25 тыс. лет. Как свидетельствуют исследования И.А. Авенариус, в период от 25 до 10 тысяч лет уровень Черного моря не превышал 40 м или был близок к нему. Он был равен глубине Босфорского порога, по которому шел односторонний сток в Мраморное море. Наши данные по карангатским и новозёвксинским отложениям Керченского пролива свидетельствуют о его образовании раньше Босфорского. Следовательно, в верхнем плейстоцене сток из Средиземного моря в Черное не существовал. Где же намечались палеогеографические связи Средиземного и Черного морей в карангате (тиррине)? Очевидно, эта связь осуществлялась к востоку от Босфорского пролива в районе Измит-Сапанка-Сакарья, где уровень Средиземного моря был не ниже 37 м, т.е.

выше, чем в Черном море. В летописях имеются сведения, что в глубокой древности Сапанское озеро было морским заливом, который являлся продолжением Измитского залива.

Изучение карангатских отложений позволит уточнить береговую линию этого бассейна, что имеет большое значение для поисков в его акватории различных полезных ископаемых, а также поможет выявить современные и неотектонические колебательные движения.

Black Sea basin had straight connection with Mediterranean Sea in the Karangatian time. Deposits of this age are the main level of the interregional correlation of Azovo-Blask Sea basin with Medi terranean Sea.

Е.В. Безрукова, О.В. Левина

(Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск,
e-mail: bezrukova@igc.irk.ru)

**Ответ экосистемы озера Байкал на изменения природной
среды терминации 1 и голоцена**

E.V. Bezrukova, O.V. Levina

(Institute of Geochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk)

**Response of Lake Baikal ecosystem to the Termination I
and Holocene paleoenvironmental change**

Донные отложения крупных озер представляют собой непрерывные архивы, хранящие записи естественной динамики их экосистем в разные геологические эпохи. Озеро Байкал – крупнейшее и древнейшее пресноводное озеро планеты. В строении профиля его донных отложений установлено чередование диатомовых илов, обогащенных биогенным кремнеземом с более плотными глинистыми илами. Доказано также, что чередование глинистых/диатомовых слоев отражает смены соответственно ледниковых/межледниковых периодов в Сибири [1].

Значимость палинostrатиграфии в исследовании изменений природной среды морских и крупных озерных экосистем давно признана. Именно пыльцевые записи стали основой реконструкции количественных параметров палеоклимата Байкала [2]. Биогенный кремнезем, продуцируемый диатомовыми водорослями и отражающий их продуктивность, также является чутким индикатором тепла/холода: диатомовые илы накапливались в межледниковые периоды, а почти бездиатомовые, глинистые илы – в ледниковые. Несмотря на довольно длительную историю исследования изменения экосистемы Байкала, в доступной литературе нет работ, в которых были бы приведены результаты реконструкции ответа экосистемы Байкала на изменения природной среды последних 15–16 тысяч лет на основе пыльцевых и биогеохимических ($\text{SiO}_{2\text{биог.}}$) записей. Мы впервые представляем такие реконструкции. Они базируются на высокоразрешающей (300–100 лет) записи изменения состава пыльцевых спектров и содержания биогенного кремнезема. Запись получена из отложений средней котловины озера (керн VER-96-st.3GC) и имеет удовлетворительный хронологический контроль (шесть AMS ^{14}C датировок для 107 см керна).

На рисунке представлены шкалы изменения некоторых параметров природной среды и биоты озера в позднем ледниковье (15,5–11,5 тыс. л.н.) и голоцене (0–11,5 тыс. л.н.). Пыльцевые индексы показывают, что уровень доступного для растений тепла и концентрация $\text{SiO}_{2\text{биог.}}$ были самыми низкими около 15,6–12,6 тыс. л.н. Одновременно высокий уровень доступной растениям влаги мог быть следствием низкого эффективного испарения из-за низких температур. Высокий уровень влажности, вероятно, был обеспе-

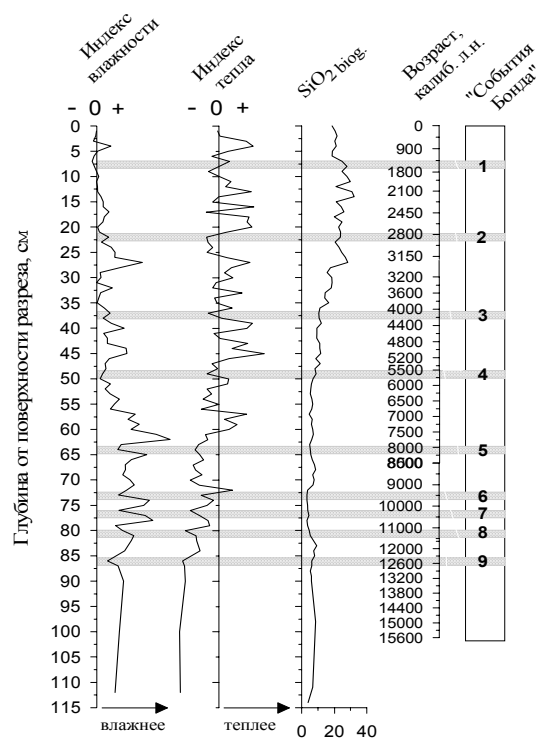


Рис. Изменение уровня доступных растениям влаги и тепла, рассчитанных в форме пыльцевых индексов и выраженное в относительных единицах, и изменение содержания SiO_2 биог., отражающего палеопроодуктивность диатомового планктона оз. Байкал на протяжении позднего ледникового и голоцена в сравнении с хронологической последовательностью известных климатических событий в С. Атлантике [3]. Возрастная шкала представлена в калиброванных годах.

чен широким развитием многолетней мерзлоты и ее активным таянием в летние сезоны. Согласно нашей записи максимум увлажнения приходился на интервал времени ~12,6–7 тыс. л.н. Уровень тепла в этот период был еще несколько ниже современного, но значительно выше, чем в предыдущий период. Относительные значения уровня доступного растениям тепла превысили современные его значения после ~7 тыс. л.н.

Устойчивый тренд повышения концентрации SiO_2 биог. начался после 6 тыс. л.н. Максимальные значения этого параметра озерной биоты имели место ~3,2–1,2 тыс. л.н. Позднее ~1,2 тыс. л.н. все индексы демонстрируют устойчивую тенденцию к снижению.

Уровень влаги в бассейне Байкала был высоким в раннем голоцене и резко снизился после 7,5–6,5 тыс. л.н. Продуктивность же диатомового планктона, наоборот, выросла после повышения средних летних и зимних температур и снижения увлажнения. Приведенные результаты подтверждают выводы об интерпретации высокой концентрации SiO_2 биог. как температурного индекса [4] и позволяют сделать новые выводы о квази-синхронном росте продуктивности диатомового планктона вслед за увеличением потока питательных веществ из бассейна озера после развития на его территории лесных, преимущественно светлохвойных ландшафтов. Именно светлохвойная тайга в бассейне Байкала производит наибольший объем наземной и подземной фитомассы (до 2000 ц/га) с высоким содержанием био- и минеральных элементов, большая часть из которых и поступает затем в воды озера с наземным и подземным стоком, формируя важнейшее звено в питательной цепи диатомового планктона.

Исследования поддержаны Российским Фондом фундаментальных исследований, проект 06-05-64671.

1. BDP Members. Preliminary results of the first drilling on Lake Baikal, Buguldeika site, southeastern Siberia // *Quaternary International*. 1997. V. 37. P. 3–17.

2. *Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E. et al.* Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2007. V. 252. P. 440–457.

3. *Bond G., Showers W., Cheseby M. et al.* A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates // *Science*. 1997. V. 278. P. 1257–1266.

4. *Williams D., Karabanov E., Prokopenko A. et al.* Lake Baikal record of continental climate response to orbital insolation during the past 5 million years // *Science*. 1997. V. 278. P. 1114–1117.

A new multiproxy record of the Lake Baikal catchment environment dynamics throughout the Late Glacial and Holocene is presented. Pollen-based indices for temperature and moisture variability along with SiO_2 биог. proxy record of planktonic diatom productivity testify for significant environmental change in the territory under study in the Late Glacial and high-frequency climatic fluctuations during the Holocene.

Ю.П. Василенко, С.А. Горбаренко

(Тихоокеанский институт океанологии им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток, Балтийская 43, 690041, e-mail: oluyr@poi.dvo.ru)

Изменения ледового разноса в Охотском море в позднем плейстоцене и голоцене

Yu.P.Vasilenko, S.A. Gorbarenko

(Pacific Oceanological Institute after the name of V.I. Il'yichova FEB RAS, Vladivostok)

Ice-Rafted Detritus changes in the Sea of Okhotsk during Late Pleistocene and Holocene

По результатам изучения 15 колонок глубоководных донных осадков из различных частей Охотского моря была проведена пространственная реконструкция изменения ледового покрова и предпринята попытка охарактеризовать палеоциркуляцию поверхностных вод бассейна за последние 190 тыс. лет.

В качестве индикатора интенсивности образования и распространения морских льдов мы принимали содержание числа терригенных зерен размерностью от 0,15 до 2 мм на грамм сухого осадка – материала ледового разноса (МЛР), поскольку эта фракция переносится в Охотском море морскими льдами и осаждается во время их таяния. Для количественной оценки влияния морских льдов мы рассчитывали средние скорости аккумуляции МЛР (САМЛР) для холодных и теплых периодов развития бассейна, соответствующих морским изотопным стадиям (МИС) 1–6. Границы МИС в изученных колонках и величины плотности сухого натурального осадка были получены нами в более ранних работах, значения их возраста определены согласно Мартинсону и др. (1987).

МИС 1.1 (0–6 календарных тысяч лет, (ккл)). Для позднего голоцена (рис. 1) характерны небольшие величины САМЛР и пространственное распространение их соответствует современной циркуляции поверхностных вод и концентрации каменного материала в поверхностных осадках (Лисицын, 1994).

МИС 1.2 (6–14,7 ккл). Значения САМЛР в 3–5 раз выше, чем для последних 6 тыс. лет. Однако расположение изолиний соответствует конфигурации позднего голоцена, что указывает на схожесть поверхностных циркуляций. Повышенные величины САМЛР могут быть объяснены активным захватом терригенного материала морскими льдами при затоплении северного шельфа, осушенного во время оледенения.

МИС 2 (14,7–28 ккл). Значений САМЛР превышают позднеголоценовые в несколько раз (практически на порядок), что указывает на значительное усиление формирования морского льда при суровых климатических условиях максимума последнего оледенения. В центральной части моря характер конфигурации изолиний САМЛР принципиально отличается от современно-

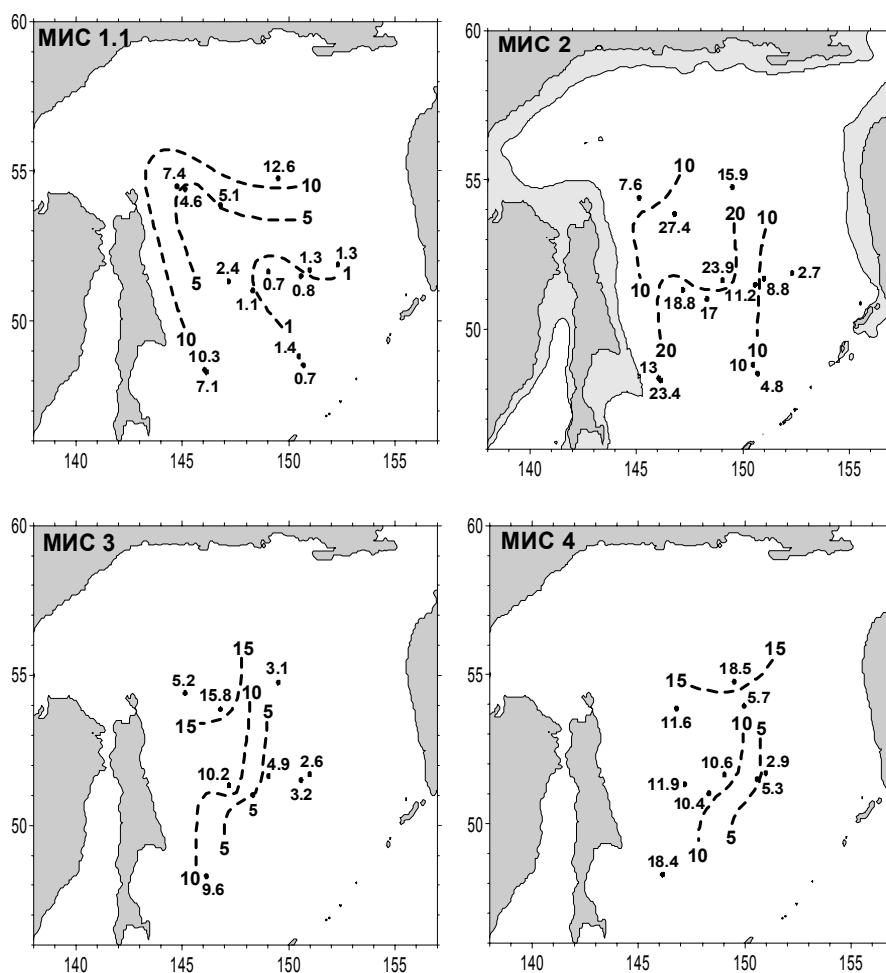


Рис. Значения САМЛР (число терригенных зёрен $\cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{тыс. лет}^{-1} \cdot 10^{-3}$) для МИС 1.1, МИС 2, МИС 3 и МИС 4. Пунктиром показаны изолинии САМЛР.

современного, что указывает на смещение основной зоны разгрузки материала ледового разноса в центральную часть моря. При сохранении общего характера циклонической циркуляции поверхностных вод, происходило частичное смещение западной ветви Восточно-Сахалинского течения центральную часть моря. В юго-восточной части моря выделяется достаточно чёткая граница зоны разгрузки; вероятно, более тёплые воды Камчатского течения, как и в настоящие времена, играли блокирующую роль в распространении морских льдов. Однако, согласно схеме САМЛР (рис.), это тече-

ние смещалось ближе к западному побережью северных Курильских островов и юга Камчатского полуострова.

МИС 3 (28–59 ктл). Показатели САМЛР в это время имеют наименьшие величины для периода последнего оледенения. Тем не менее, конфигурации изолиний САМЛР схожи с МИС 2 (рис.). При этом минимальные значения САМЛР указывают на усиление здесь роли Камчатского течения.

МИС 4 (59–74 ктл). Значения САМЛР несколько выше, чем в МИС 3, а конфигурация изолиний аналогична. Здесь достаточно чётко прослеживается влияние ветви Восточно-Сахалинского течения в центральной части моря. Но более низкие значения САМЛР в юго-восточной его части говорят о менее активном образовании морских льдов и/или о более серьёзной роли Камчатского течения в это время.

МИС 5a–5d (74–117 ктл). Значения САМЛР в несколько больше, чем в МИС 1. Но конфигурация изолиний САМЛР сходна с конфигурацией для последних 6 тыс. лет. Это указывает на то, что общая циркуляция поверхностных вод была аналогична современной, а более холодные климатические условия способствовали усилению формирования льдов.

МИС 5e (117–130 ктл). Схема конфигурации изолиний САМЛР напоминает картину, характерную для позднего голоцена, а значения этих потоков несколько ниже. Зона разгрузки терригенного материала в этот период, скорее всего, располагалась несколько севернее, чем в позднем голоцене. Это согласуется с тем, что климатические условия последнего межледникового, видимо, были более мягкими (более высокие среднегодовые температуры), чем в позднем голоцене.

МИС 6 (130–189 ктл). Показатели САМЛР несколько выше, чем в 4-ой МИС. Однако конфигурация изолиний САМЛР наиболее отвечает конфигурацией изолиний для МИС 4. Скорее всего, климатические условия в период МИС 6 были суровее, чем в МИС 4, но мягче, чем во время МИС 2. При этом циркуляция поверхностных вод в этот период была аналогична циркуляции поверхностных вод за период последнего оледенения.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 06-05-91576 Яф-а и 07-05-00655-а, грантов ДВО РАН № 05-III-A-07-136 и № 05-III-И-07-003, интеграционного гранта Дальневосточного и Сибирского отделений РАН 03-2-0-00-006 (№ 143), а также ФЦП "Мировой океан".

On based of calculation of the averaged IRD accumulation rate (AIRDAR) in 15 the Okhotsk Sea sediment cores and reconstructed of their schemes for MIS 1-6, the spatial reconstruction of the sea ice changes were obtained during last 190 kyr. During cold MIS 2 sea ice formation greatly increased and branch of the Eastern Sakhalin Current shifted in the central part of sea.

О.Н. Васильева

(Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург,
e-mail: vasilyeva@igg.uran.ru)

**Палеогеографические обстановки Западно-Сибирского
морского бассейна в палеогене**

O.N. Vasilyeva

(Institute of geology and geochemistry, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg)

**Paleogeographical environments of West-Siberian marine basin
during the Paleogene**

Существование Западно-Сибирского эпиконтинентального бассейна в палеогене было связано с функционированием двух структур, связывавших его с мировым океаном – северным выходом к Арктическому океану и южным меридиональным Тургайским проливом, осуществлявшим связь водоема с морями Паратетиса. «Открытие-закрытие» как южных, так и северных «ворот» в отдельные интервалы, степень наполнения акватории, перерывы в процессе осадконакопления в течение палеогена представляют интерес, так как стратиграфия региона детально не изучена. Основой для палеогеографических реконструкций может служить схема зонального расчленения палеогена по диноцистам, скоррелированная со стандартными шкалами Северной Европы, бассейна Северного моря и ОСШ.

Палеогеновые отложения в Зауральской структурно-фациальной зоне представлены четырьмя горизонтами морского генезиса: талицким, люлин-ворским, тавдинским и толщей объединенных атлымского, новомихайловского, журавского горизонтов континентального происхождения.

Образования талицкого горизонта отражают несколько трансгрессивных ритмов. Начало талицкого времени было ознаменовано двумя трансгрессиями: раннедатской, следовавшей с юга (шадринские слои Южного и Среднего Зауралья и песчаные образования Северного Тургая с *Carpatella cornuta*) и чуть более поздней (средне-позднетатской) значительно более мощной – со стороны Палеоарктического океана (марсятская свита и нижняя подсвита талицкой свиты с *Senoniasphaera inornata*), которая не достигла Тургайского прогиба и не распространилась в центральные районы Сибири. Позднеталицкое (ивдельское) время соответствует началу серии позднепалеоценовых зеландских ритмов. Первых из них, вслед за позднетатским, также «прошел» с севера и отразился в накоплении осадков ивдельской свиты, верхнеталицкой подсвиты Зауралья (время *Alterbidinium circulum* – *Cerodinium speciosum*). Этот трансгрессивный ритм «прошел» преимущественно в приуральской части, не распространяясь в Тургайский прогиб и не захватывая центральные районы Сибири. Ритмы среднего и позднего зеландия, (время *Isabelidinium? viborgense* и *Palaeoperidinium pyrophorum-abund.*), «прошли» с юга через Тургайский пролив и достигли Северо-Сосьвинской

Сис-тема	Отдел	Ярус	Зоны (ОСШ)	Горизонт (З.Сиб.) Свита (Зауралье); М - мощн. (М)	Свита (Сев.Тургай) М - мощн. (М)	Региональные комплексы фоссилий Зауралья и Северного Тургая																
						Диноцисты О.Н. Васильева		Радиолярии Э.О. Амон		Эласмобранхии Т.П. Малышкина												
Палеогеновая	Эоцен	Рюпель	NP21	Курганские слои	Тонколисто- ватые глины	Phthanoperidinium amoenum																
		Приабон	NP20- NP18	Тавдинский	Тавдинская	Чеганская M20	Charlesdowniea clathrata angulosa							Isurolamna bajarunasi - Carcharias cuspidata								
			NP17			Белин.т. M15	Kisselevia ornata reticulata Rhombodinium draco							? Isurolamna bajarunasi - Carcharias cuspidata								
		Бартон	NP16	М360																		
			Лютет											NP15	Исетская т.	S. placacantha - W. ovalis	Buriella clinata					
														NP14								
		Ипр	NP13											Лопнинский	Ирбитская M260	Кагарокская т. M30	Ч. coleothrypta - D. politum Dracodinium var. longitutum Dracodinium simile Wetzeliella meckelfeldensis	Heliodiscus lentis Podocorythamphora Petalospyris fiscella	Xiphodolamna eocaena - Otodus obliquus			
			NP12*																	Пески, глины	Deflandrea oebisfeldensis A. augustum	Petalospyris foveolata
			NP11*																			
		Палеоцен	Танет	NP10	Серовская M100	"Полосатая" M20	Apectodinium hyperacanthum							Isurolamna inflata - Synechodus hesbayensis								
	NP9			Першинск. сл.	Соколовск. т.	Alisocysta margarita	Tripodiscinus sengilensis															
	Зеланд		NP8*	М200	Талицкая M100	Ивдель- ская M115	Талицкая	M10	Senoniasphaera inornata	Cerodinium striatum Carpateella cornuta	Cromyocarpus ovatus	Sphenodus lundgreni										
			NP7																			
			NP5																			
	Даний		NP4																			
			NP3	Марсят- ская																		
			NP2	Шадр. слои	M85																	
	NP1																					

Таблица. Схема корреляции зональных комплексов диноцист, радиолярий и эласмобранхий палеоцена и эоцена в Среднем, Южном Зауралье и Северном Тургае с ОСШ.

возвышенности. К концу талицкого времени, на границе зеландского и танетского веков, наиболее вероятен стратиграфический перерыв. Время формирования отложений талицкого горизонта охватывает даний и зеландий.

Началу формирования люпинворского горизонта в Сибири и Зауралье соответствует образование песчаных карбонатных образований соколовской толщи раннего(?) – среднего танета Северного Тургая, охарактеризованных богатейшими коллекциями фоссилий, в том числе эласмобранхиями и диноцистами *Alisocysta margarita*-*Areoligera gippingensis*. Палеогеографические и палеоклиматические реконструкции этого времени свидетельствуют о мощной танетской трансгрессии, наступившей с юга через Тургайский пролив. Наиболее вероятно, что со стороны Палеоарктики наблюдался синхронный ритм (отложения серовской и нижнелюпинворской свит). Однако существенные различия состава комплексов микрофитофоссилий (диноцисты, диатомовые водоросли), исключительно северное распространение в приуральской части ассоциации радиолярий *Tripodiscinus sengilensis* позволяет предположить ограничение связи между северной и южной частями Западно-Сибирского моря в танетское время. Опоки собственно серовской свиты соответствуют наиболее мощному трансгрессивному ритму позднего танета – раннего эоцена с участием диноцист зон *Apectodinium hyperacanthum*.

thum и *Apectodinium augustum*. Граница распространения опок серовской свиты в Зауралье имеет наиболее западное расположение по сравнению с другими палеогеновыми породами. Море в это время имело наиболее обширную акваторию в Западной Сибири и свободное сообщение с океанами.

Западносибирский бассейн в ипре имел связь как с океаном Тетис, так и с Палеоарктикой. Морской тип осадконакопления на изучаемой территории наблюдался почти до конца раннего ипра (включая время распространения диноцист *Wetzelialla meckelfeldensis*, *Dracodinium simile*, *Dracodinium varielongitudum*). Ипрская трансгрессия «прошла» с Палеоарктики, захватила центральные районы Западной Сибири и Тургайский прогиб. Отложения, отвечающие кровле ипра и лютету в Зауралье не наблюдаются, за исключением локально встречающихся маломощных песчано-кремнистых, алевроитовых осадков исетской толщи на востоке Зауральской структурно-фациальной области и соответствующей ей образованиям верхнелюлинворской (нюрольской) свит в Западной Сибири. Очевидно, на это время в Зауралье установился континентальный режим.

В отложениях тавдинского горизонта соответственно прослеживаются два мощных южных трансгрессивных ритма: бартонский (зоны *Rhombodinium draco* и *Kisselevia ornata*) и приабонский (зона *Charlesdownia clathrata angulosa*). Изоляция бассейна со стороны Палеоарктики намечается в бартонский век. Прекращение функционирования морского палеогенового Западносибирского бассейна связывается с кровлей тавдинского горизонта. Кратковременная морская инвазия с юга прошла в начале рюпеля (курганские слои в Зауралье). Позднее в олигоцене на рассматриваемой территории устанавливается преимущественно континентальный режим осадконакопления, существующий вплоть до настоящего времени.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64780)

The West-Siberian marine basin was connected with the world oceans by means of Northern (to Palaeoarctic ocean) and Turgay (southern) Staits during the Paleogene Epoch. The changes of the transgressive tracts directions, palaeogeographic palaeoenvironments, the gaps of marine sedimentations for Paleocene and Eocene are observed on the base of the microphytoplankton (mainly dinocysts) regional zonations.

В.С. Вишневская, Д.В. Курилов

(Геологический институт РАН, e-mail valentina@ilran.ru)

Эволюция радиолярий раннего мела

(на примере экотонной области Тихоокеанской провинции)

V.S. Vishnevskaya, V.D. Kurilov

(Geological Institute of RAN, e-mail valentina@ilran.ru)

Early Cretaceous radiolarian evolution

(based on ecotone area of Pacific province)

С помощью химического препарирования фтористоводородной кислотой и последующего исследования в сканирующем электронном микроскопе изучены радиоляриевые ассоциации из вулканогенно-кремнистых разрезов нижнего мела Восточно-Сахалинских гор.

Радиоляриевая ассоциация берриасского времени характеризуется доминированием населлярий принадлежащих циртоидной и прунотидной группам, в то время как валанжинская представлена приблизительно одинаковым количеством спумеллярий и населлярий. По таксономическому составу ассоциации обнаруживает сходство с одновозрастными комплексами Тихого океана (Поднятие Шатского), Средиземноморья (Италии, Турции) и др. [1]. По сравнению с берриасской ассоциацией валанжинская отличается появлением многочисленных слегка уплощенных сфер – *Cenodiscaella nummulitica*, описанных из Большого Кавказа и циртоидей с расширенной дистальной частью – *Thanarla elegantissima*, *Thanarla conica*, *Thanarla brouweri* (Tan), которые являются космополитами. Массовое появление этих форм свидетельствует о нарушении баланса в эволюционном развитии радиолярий, что, вероятно, было связано с влиянием абиотического фактора, которым могло послужить начало вулканической активности. На этот фактор указывают как формирование лав бонинитовой серии в интервале 140–125 млн лет [2], так и присутствие туфогенной примеси в осадках.

Радиоляриевая ассоциация беррема характеризуется доминированием скрытоцефалических населлярий. По таксономическому составу ассоциация обнаруживает большее сходство с одновозрастными комплексами Тихого океана (Поднятие Хесса), Японии. Как известно, баррем-апт в Тихом океане – это период интенсивного внутриплитного вулканизма, который привел к широкому распространению слоя кислородного минимума (возникновение ОАЕ 1). Не исключено, что массовое появление скрытоцефалических населлярий является адаптацией радиолярий на резкое изменение среды обитания.

Апт-альбская радиоляриевая ассоциация происходит из кристаллокластических туфов и туфогенных кремнистых пород «ракитинской» свиты Сахалина и характеризуется резким доминированием населлярий толерантных к изменению условий среды. По таксономическому составу ассо-

циация обнаруживает сходство с одновозрастными комплексами Тихого океана, Японии.

На основе изотопных датировок [2] возраст сопутствующих пород бонинтовой серии «ракитинской» свиты 100 ± 8 млн лет, что подтверждает условия продолжающегося вулканизма, а следовательно, изменение гидрографии бассейна и возникновение нового слоя кислородного минимума (ОАЕ 2) – региональное воздымание и обмеление бассейна. На последнее обстоятельство указывают многочисленные губчатые дискоидеи рода *Godia*, которые эволюционировали в конце баррема – апте от рода *Becus* и были приспособлены к обитанию в мелководных бассейнах.

Во всех раннемеловых ассоциациях наблюдается доминирование тетических родов, таких как *Alievium*, *Cenodiscaella*, *Mirifusus* и др. Одновременное присутствие тетических и тихоокеанских видов (*Turbocapsa costata* (Wu), *Tethysetta usotanensis* (Tumanda), *Stichocapsa altiforamina* Tumanda и др.) свидетельствует о принадлежности найденных радиоляриевых ассоциаций к переходной экотонной области и указывает на возможность использования их как при проведении корреляции региональных шкал, так и при построении палеогеографических реконструкций.

Практически полное отсутствие представителей рода *Crolanium*, характеризующегося устьевыми придатками и чрезвычайно широко распространенного как в тетической, так и в бореальной провинциях, по-видимому, указывает на специфические условия формирования всех описанных радиоляриевых ассоциаций второй половины раннего мела. Общая бедность барремской радиоляриевой ассоциации возможно связана с периодом активного вулканизма (ассоциация выделена из туффитовых яшм) и началом безкислородного события.

Поскольку ранее баррем-аптские радиоляриевые ассоциации практически нигде не только из бореальной области, но и из нотальной, не были известны [3], то детальное изучение таксономического состава и внутреннего строения скелетов описанных баррем-раннеальбских радиолярий позволит проследить филогенические связи между таксонами из валанжин-готеривских и барем-альбских радиоляриевых ассоциаций.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант 06-05-64859 и Программы Президиума РАН "Происхождение и эволюция биосферы". Авторы также благодарят за представленные каменные материалы Ю.Н. Разницына (ГИН РАН) и А.Н. Речкина (Сахалинская ГРЭ), Л.Г. Брагину (ГИН РАН) и Л.И. Казинцову (ВСЕГЕИ) за консультации.

1. Вишневская В.С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. М.: ГЕОС, 2001. 376 с.

2. Высоцкий С.В., Говоров Г.И., Кемкин И.В., Сапин В.И. Бонинит-офиолитовая ассоциация Восточного Сахалина: геология и некоторые особенности петрогенезиса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 3–15.

3. Басов И.А., Вишневская В.С. Стратиграфия верхнего мезозоя Тихого океана. М.: Наука, 1991. 200 с.

The most significant Early Cretaceous minima of biodiversity were recognized at the end of Barremian and beginning of Aptian. The Aptian was time of bloom of Genus *Godia*. The cryptocephalic Nassellaria were important elements at the Aptian-Albian and in the terminal Albian. The specific paleogeographic phenomenon since the Barremian until the terminal Albian and called as OAE 1 gave influence on the radiolarian evolution.

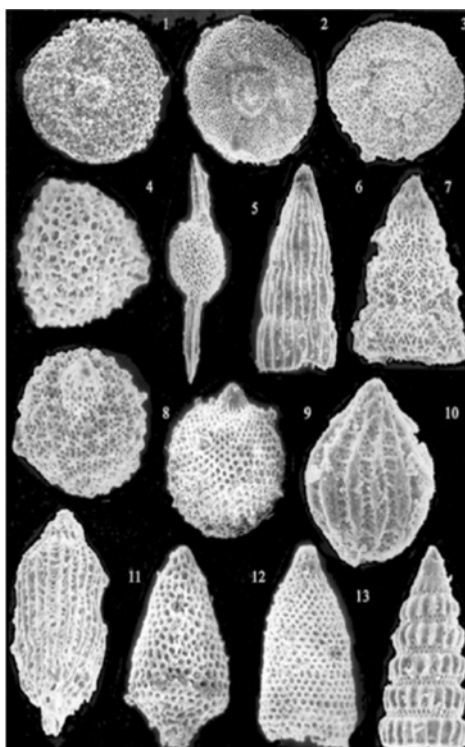


Рис. Апт-раннеальбская радиолариевая ассоциация Восточного Сахалина
(обр. 1/12, бассейн р. Правый Набиль)

1 – *Godia pelta* O'Dogherty, $\times 130$; 2 – *Godia decora* (Li & Wu), $\times 100$; 3 – *Godia tecta* (Tumanda), $\times 110$; 4 – *Pseudoaulophacus* cf. *sculptus* (Squinabol), $\times 190$; 5 – *Archaeospongoprunum patricki* Jud, $\times 180$; 6 – *Dictyomitra* cf. *montisserei* (Squinabol), $\times 150$; 7 – *Xitus* aff. *clava* (Parona), $\times 160$; 8 – *Hiscocapsa grutterinki* (Tan), $\times 200$; 9 – *Hiscocapsa asseini* (Tan), $\times 130$; 10 – *Turbocapsa* aff. *costata* (Wu), $\times 200$; 11 – *Thanarla* sp.1, $\times 110$; 12–13 – *Amphipyndax mediocris* (Tan): 12 ($\times 200$), 13 ($\times 160$); 14 – *Pseudodictyomitra paronai* Schaaf, $\times 150$.

Е.Г.Вологина¹, С.С. Воробьева²

(¹Институт земной коры СО РАН, Иркутск, e-mail: vologina@crust.irk.ru,

²Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, e-mail: iana@lin.irk.ru)

**Состав диатомей в голоцен – позднелейстоценовых
осадках озера Байкал**

E.G. Vologina¹, S.S. Vorobyeva²

(¹Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, ²Limnological Institute SB RAS, Irkutsk)

**Composition of diatoms in Holocene – Late Pleistocene
sediments of Lake Baikal**

Диатомовые водоросли являются хорошими индикаторами условий развития водоемов. В донных отложениях Байкала содержится значительное количество створок отмерших диатомей. Максимальные концентрации биогенного кремнезема, слагающего скелеты этих водорослей, в байкальских осадках достигают 35–50 % [1]. В связи с этим диатомовый анализ широко используется при исследовании отложений и восстановлении условий осадконакопления в озере.

Голоценовые отложения в глубоководных котловинах Байкала представлены пелагическими илами и турбидитами, их мощность достигает 8 м [2]. На подводных возвышенностях в разрезе голоценовых осадков турбидиты отсутствуют. Голоценовые илы, образованные в спокойных условиях седиментации при низких скоростях осадконакопления, имеют мощность от 2 до 115 см и подстилаются позднелейстоценовыми глинами.

Результаты диатомового анализа поверхностных биогенно-терригенных илов, вскрытых грунтовыми трубками на подводных возвышенностях, свидетельствуют о том, что диатомовый комплекс представлен флорой, которая согласно [3, 4, 5], является характерной для голоцена: *Aulacoseira baicalensis* (Meyer) Sim., *A. skvortzowii* Edlung, Stoermer et Taylor, *Cyclotella minuta* (Skv.) Ant., *C. baicalensis* Skv., *Synedra acus* var. *radians* Kutz., *Stephanodiscus meyerii* Genkal et Popovsk., *Crateriportula inconspicuus* (Mac. et Pom.) Flower et Hakansson, *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round. (рис. 1а). В верхней части подстилающих глин содержится позднелейстоценовый вид *Stephanodiscus flabellatus* Churs. et Log. [3, 5] (рис. 1а). Суммарная концентрация диатомей существенно изменяется от почти полного отсутствия в позднелейстоценовых глинах до 80 млн створок на грамм сухого осадка в голоценовых илах (рис. 1а).

В поверхностных пелагических илах из котловин Байкала также фиксируется голоценовый комплекс диатомей. При наличии турбидитов в разрезе голоценовых отложений распределение створок диатомей характеризуется определенными закономерностями. В отличие от осадков, накопленных в спокойной обстановке, для турбидитов характерно снижение общей численности диатомей и повышение доли бентосных видов даже на значитель-

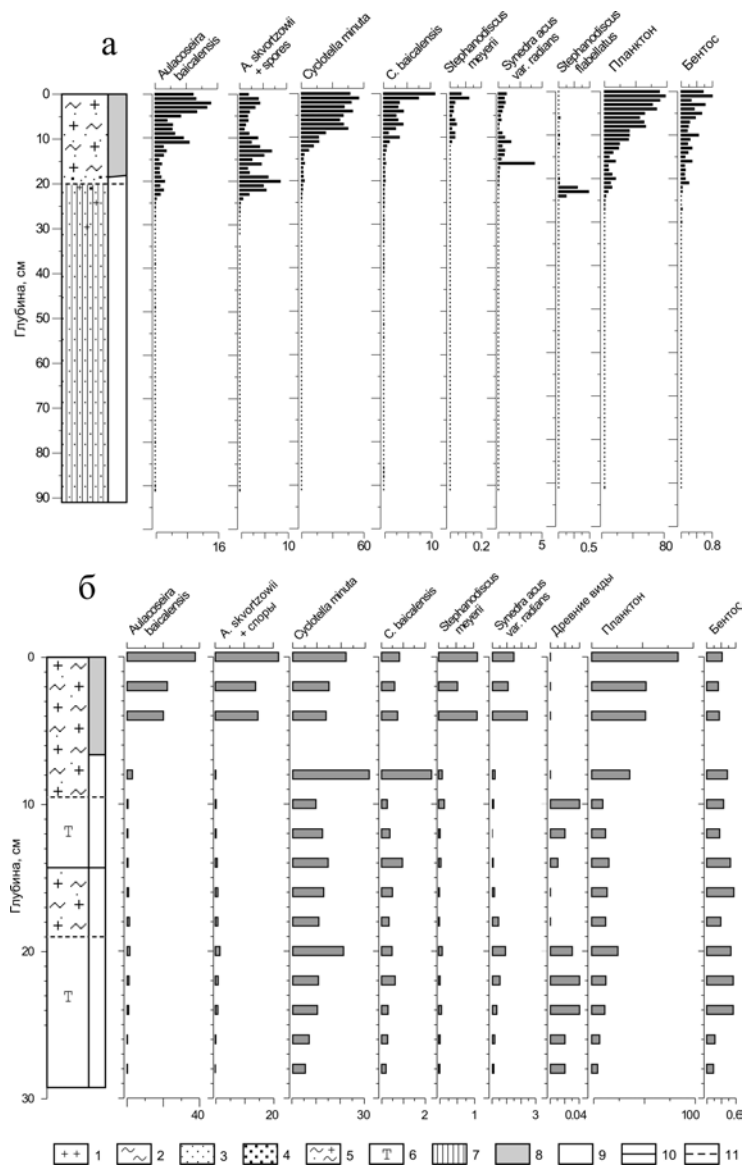


Рис. 1. Распределение видов диатомовых (в млн створок на 1 грамм сухого осадка) по разрезам донных отложений (а – подводная возвышенность в Северном Байкале, б – Южная котловина).

Условные обозначения: 1 – диатомеи, 2 – пелит, 3 – алевроит, 4 – песок, 5 – биогенно-терригенный ил, 6 – турбидит, 7 – позднелейстоценовая глина, 8 – окисленный осадок, 9 – восстановленный осадок, 10 и 11 – границы между слоями (10 – четкие, 11 – нечеткие).

ных расстояниях от берега и устьев притоков [6]. Кроме того, в голоценовых турбидитах Южного Байкала обнаружены диатомеи плиоценового и плейстоценового возрастов (рис. 16). Вероятно, это связано с переотложением осадочного материала, источником которого служат плиоценовые и плейстоценовые толщи, распространенные в прибрежной зоне [2].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 05-05-97229-р_байкал_a)

1. Выхристюк Л.А. Химический состав твердой фазы донных осадков // Проблемы Байкала. Новосибирск: Наука, 1978. С. 46–53.

2. Вологина Е.Г., Кашик С.А., Штурм М., Воробьева С.С., Ломоносова Т.К., Калашиникова И.А., Храмцова Т.И., Тоцаков С.Ю. Результаты исследования голоценовых отложений Южной и Средней котловин озера Байкал (на примере скважины BDP-97 и колонковых трубок) // Геология и геофизика. 2007. Т. 48, № 4. С. 401–413.

3. Bradbury J.P., Bezrukova Ye.V., Chernyaeva G.P. et al. A synthesis of post-glacial diatom records from Lake Baikal // J. Paleolimnol. 1994. 10. P. 213–252.

4. Mackay A.W., Flower R.J., Kuzmina A.E. et al. Diatom succession trends in recent sediments from Lake Baikal and their relationship to atmospheric pollution and to climate change // Philosophical Transactions of the Royal Society, London. 1998. 353. P. 1011–1055.

5. Грачев М.А., Горшков А.Г., Азарова И.Н. и др. Регулярные осцилляции климата в масштабе тысячелетий и видообразование в озере Байкал // Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. Новосибирск, 2002. С. 107–121.

6. Вологина Е.Г., Штурм М., Воробьева С.С., Гранина Л.З., Тоцаков С.Ю. Особенности осадконакопления в озере Байкал в голоцене // Геология и геофизика. 2003. Т. 44, № 5. С. 407–421.

There is Holocene diatom community in surface mud collected in basins and on underwater ridges of Lake Baikal. Concentration of diatoms is very lower within glacial clay. *Stephanodiscus flabellatus* is distinguishing for upper part of Late Pleistocene sediments. Turbidites are characterized by few planktonic diatoms and an increase of benthic littoral and ancient diatom species.

Ю.О. Гаврилов, Е.А. Щербинина

(Геологический институт РАН, e-mail: gavrilov@ginras.ru, shcherbinina@ginras.ru)

Аноксические бассейны и «аноксические события»

мезозоя-кайнозоя Северо-Восточного Перитетиса

Yu.O. Gavrilov, E.A. Shcherbinina

(Geological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow)

Anoxic basins and “Anoxic events” of Northeastern

Peri-Tethys in the Mesozoic-Cenozoic

Проблема развития аноксидных обстановок в палеоводоемах является исключительно интересной и актуальной, т.к. эти обстановки влияли на основные характеристики бассейнов: резко менялась геохимия вод и осадков, оказывалось существенное влияние на морскую биоту, образовывались некоторые полезные ископаемые. В тех случаях, когда аноксидные обстановки одновременно развивались в разных водоемах Земли, возникали широкомасштабные экологические кризисы.

В осадочной летописи С-В Перитетиса зафиксированы свидетельства существования аноксидных бассейнов разного возраста, разного типа по причинам их возникновения, по степени развития аноксии и т.д. Под названием «аноксидные» объединены существенно различные по многим параметрам бассейны. Прежде всего, эти бассейны можно подразделить на долгоживущие и короткоживущие. К первым относятся майкопский (олигоцен-ранний миоцен) и кумский (бартон) бассейны. Наиболее долго (~18 млн лет) существовал майкопский бассейн, хотя степень аноксии со временем менялась (иногда уменьшалась вплоть до полного исчезновения). Возникновение майкопского бассейна совпало с границей эоцена и олигоцена, когда произошли резкие глобальные тектонические и климатические пертурбации. Мощность преимущественно терригенной майкопской толщи – до 1 км и более. Переход от отложений предшествующего оксического бассейна к аноксическому майкопскому сопровождался существенными литолого-геохимическими изменениями.

Кумский бассейн существовал около 2-х млн лет (мощность около 40 м) и характеризовался преимущественно биогенным (карбонатным) типом седиментации. Аноксидные обстановки в обоих водоемах возникли вследствие частичной их изоляции от Мирового океана и периодического увеличения доли пресных вод в общем водном балансе бассейна и появления плотностной стратификации вод. Определенную аналогию в механизмах развития аноксии можно провести с Черным морем. Развитие аноксии в этих случаях имело ограниченный региональный характер, хотя и было связано с некоторыми глобальными тектоническими и климатическими событиями. Аноксия в бассейнах такого типа, хотя и предохраняла ОВ от интенсивного окисления, но не способствовала образованию его высоких концентраций

(обычно содержание Сорг колеблется в пределах нескольких %). Майкопский и кумский бассейны являются примером того, как аноксидные обстановки возникали одновременно с развитием этих бассейнов и являлись их характерной чертой (автохтонная аноксия).

Совершенно иной тип – короткоживущие аноксидные бассейны, которые возникали в нормально аэрируемых бассейнах в результате относительно кратковременной вспышки биопродуктивности фитопланктона (как правило, органикостенного) и бактериопланктона. Они существовали в течение времени действия факторов, которые обеспечивали цветение фитопланктона, а по завершении их действия – аноксия исчезала и бассейн возвращался к своему прежнему «доаноксийному» состоянию. Аноксию такого рода можно, видимо, называть аллохтонной. Следы таких короткоживущих аноксидных бассейнов запечатлены в разрезах мела-палеогена С-В Перитетиса. Одним из наиболее ярких примеров кратковременного развития аноксии на огромной территории С-В Перитетиса является глобальное биосферное событие начала эоцена (IETM – Initial Eocene Thermal Maximum), устанавливаемое по резкой отрицательной изотопной углеродной и кислородной аномалиям, как в морях и океанах, так и на суше. Этому событию соответствует этап, продолжительностью в несколько десятков тысяч лет, когда в морях С-В Перитетиса накапливались интенсивно обогащенные ОВ осадки (Сорг до 10–20 % и более). Тонкая ламинация в породах, отсутствие следов биотурбации и бентосной фауны, резкое обогащение отложений редокс-чувствительными элементами (Mo, Se, Re, Zn, Cu, Ni и др.), а также присутствие в них биомаркеров, типа изорениератена, свидетельствуют о существовании в это время в обширном эпиконтинентальном бассейне аноксидных условий в водной толще. Накопление значительных масс ОВ и развитие аноксии происходило по следующему сценарию. Этому событию предшествовала быстрая и значительная по амплитуде регрессия. На освободившихся от моря выровненных морской эрозией и осадконакоплением территориях сформировались обширные влажные ландшафты (wetlands) с многочисленными озерами, болотами, маршами и т.д., где происходило накопление растительного ОВ и биофильных элементов. Эти ландшафты были ответственны за генерацию значительных масс метана, который поступал в атмосферу, окислялся до CO_2 и вместе с ним участвовал в создании условий для парникового эффекта и повышения температуры на несколько градусов, на что указывает изотопная аномалия по кислороду. Когда регрессия сменилась быстрой трансгрессией, наступавшее море активно взаимодействовало с этими ландшафтами, что привело к выносу в бассейн значительных количеств биофильных элементов, обусловивших вспышку цветения фито- и бактериопланктона и накопление обогащенных ОВ осадков. Помимо поступления биофильных элементов с берега, существенную роль в поддержке цветения фитопланктона в неглубоких бассейнах оказывали процессы рециклинга этих элементов. Окисление масс ОВ начиналось уже на дне моря,

кроме того, из осадков в наддонную воду диффундировали образованные в диагенезе значительные массы H_2S . В результате этого происходил активный расход кислорода и в водной толще формировались аноксидные обстановки. Возможно развитию аноксии в некоторых частях бассейна способствовала термогалинная стратификация вод. После завершения трансгрессии и прекращения поставки в водоем биофильных элементов цветение фитопланктона ослабло и затем прекратилось вовсе. Находившийся в наддонных водах H_2S окислился, аноксия в бассейне довольно быстро исчезла и обстановки вернулись к существовавшим до начала трансгрессии. В целом по сходному сценарию развивались так называемые аноксические события в мелу. Следует иметь в виду, что некоторые из них, видимо, действительно сопровождалось развитием аноксии в водной толще бассейна, другие же ограничивались накоплением осадков в той или иной степени обогащенных ОВ, а аноксия, если и возникала, то только в незначительном по мощности слое наддонных вод.

Большинство меловых аноксических событий, коррелирующихся с ОАЕs (Oceanic Anoxic Events) установлены нами в разрезах нижнего и среднего мела Восточного Кавказа. Наиболее отвечает термину «аноксическое» – событие, произошедшее в конце сеномана (вблизи границы с туроном). Отложениям этого события присущи многие признаки образования в аноксидных условиях. Событие конца сеномана отличается от ИЕТМ иного рода изотопной аномалией – положительным сдвигом по углероду на 2,5–3 ‰. Позднеаптские и альбские события вряд ли были повсеместно действительно «аноксическими», они ограничивались в основном накоплением обогащенных ОВ осадков с характерными геохимическими параметрами, что, видимо, сопровождалось развитием нестабильных субоксических и дизоксических обстановок в наддонных водах.

Сравнение между собой аноксических бассейнов С-В Перитетиса позволяет заключить, что обе гипотезы о причинах накопления повышенных количеств ОВ в осадках (о решающей роли аноксии и о решающей роли биопродуктивности водоема) имеют право на существование, но а) приложимы к аноксидным бассейнам разного типа, б) обуславливают накопление существенно разных количеств ОВ в осадках.

Грант РФФИ № 06-05-65282.

In the Mesozoic-Cenozoic sedimentary record of northeastern Peri-Tethys, anoxic basins featured by different scale, origin, and oxygen depletion degree were recognized. Long-lived (LLB; Oligocene-early Miocene and late middle Eocene) and short-lived (SLB; IETM and mid-Cretaceous) anoxic basins are distinguished. In LLB, leading role in anoxia formation was played by water stratification, while in SLB, anoxia was evidently caused by highly increased bioproductivity.

А.Ю. Гладенков

(Геологический институт РАН, Москва, e-mail: agladenkov@ilran.ru)

Первые данные по диатомовой флоре из опорного разреза палеогена Северо-Восточной Камчатки

A.Yu. Gladenkov

(Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow)

First data on diatom flora from the Paleogene key section of Northeastern Kamchatka

Кайнозойский разрез п-ова Ильпинский на Северо-Восточной Камчатке характеризуется практически непрерывной последовательностью морских осадочных толщ палеогена, с общей мощностью более 2500 м. Это самый северный из известных к настоящему времени разрезов морского палеогена в пределах обрамления Пацифики, в котором были обнаружены остатки карбонатных планктонных микроорганизмов палеоценового и эоценового возраста. Результаты проведенного в 80–90-х годах XX века изучения найденных на разных стратиграфических уровнях комплексов планктонных фораминифер и наннопланктона позволили сопоставить их с ассоциациями стандартных зональных шкал палеогена. Это дало возможность расчленить вмещающие отложения на дробной основе и определить возраст выделенных в разрезе стратиграфических подразделений. Вместе с тем, верхняя часть разреза, представленная гаилхавиланской свитой и перекрывающей ее без видимого несогласия алугинской свитой, до самого последнего времени оставалась не охарактеризованными микропланктоном. Поэтому выделение олигоцена и определение его нижней границы основывалось только на бентосных комплексах (моллюсков и бентосных фораминифер). К олигоцену здесь была отнесена алугинская свита (мощностью около 900 м), а подстилающие отложения гаилхавиланской свиты (мощностью до 250 м) датировались поздним эоценом.

Во время полевых работ на п-ове Ильпинский, проведенных недавно группой российских (ГИН РАН) и японских (Университет Тсукуба) ученых, автором были отобраны образцы на микрофлористический анализ с целью обнаружения остатков диатомей в палеогеновых толщах. В качестве образцов целенаправленно отбирались карбонатные конкреции и ядра ископаемых моллюсков, внутри которых створки диатомовых водорослей в ряде случаев сохраняются лучше, чем в матриксе вмещающих пород. В результате обработки материала получены первые данные по диатомовой флоре. Остатки диатомей обнаружены в образцах из разных частей разреза, относящихся к двум свитам – кыланской и алугинской. Предварительный анализ позволил наметить разновозрастные слои с диатомеями.

Наиболее древние слои – с *Ruxilla gracilis* – *Stephanorhysis grunowii* выделены в кровле кыланской свиты (туфоалевролиты с карбонатными конкре-

циями, мощность 60 м), вблизи границы с перекрывающей ее килакирунской свитой (туфоаргиллиты, туфопесчаники, гравелиты). К доминантам и субдоминантам в выделенном комплексе диатомей относятся *Stephanopyxis grunowii*, Genus et sp. indet., *Pyxilla gracilis*, *Hemiaulus* sp. В составе также отмечены редкие и единичные *Coscinodiscus decrescens*, *Azpeitia* cf. *tuberculata* var. *atlantica*, *Goniothecium odontella*, *Arachnoidiscus ehrenbergii*, *Trochosira spinosa*, *Stictodiscus kittonianus*, *Distephanosira architecturalis*, *Pterotheca* sp., *Actinoptychus* cf. *senarius*, *Paralia* spp. и др. В данной части разреза ранее были найдены остатки карбонатного планктона среднеэоценового возраста. Выделенные здесь комплексы наннопланктона и планктонных фораминифер датированы в пределах лютетского века. Таким образом, прямая корреляция с этими ассоциациями указывает на то, что возраст выделенного диатомового комплекса – средний эоцен (лютет). Полученные данные очень важны, так как находки среднеэоценовых диатомей в районах обрамления Северо-Западной Пацифики крайне редки и известны всего лишь из нескольких местонахождений, где прямые корреляции с карбонатным планктоном отсутствуют.

Остатки морских диатомей были также обнаружены в образцах, отобранных в верхней части разреза – в отложениях алугинской свиты. Среди них отмечены *Cavitatus* cf. *jouseanus*, *Stephanopyxis superba*, *St. turris*, *Odontella sawamurae*, *Hemiaulus* cf. *polymorphus*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus* spp., *Stellarima microtrias*, *Ikebea tenuis* и др. Начиная со стратиграфического уровня, находящегося около 200 м выше подошвы свиты, и далее вверх по разрезу, для состава диатомовых комплексов характерными элементами являются представители рода *Cavitatus* (*C.* cf. *jouseanus*), а также отмечены находки *Odontella sawamurae*. В данном интервале разреза выделены слои с флорой *Cavitatus* cf. *jouseanus* – *Odontella sawamurae*. Подстилающие отложения, где упомянутые формы не найдены, отнесены к слоям со *Stephanopyxis* spp. Определить точный возраст выделенных слоев достаточно сложно. Однако находки *Cavitatus* cf. *jouseanus* и *Odontella sawamurae* представляют определенную ценность при оценке нижнего возрастного предела слоев, в которых найдены эти таксоны. *Cavitatus jouseanus* – вымерший вид, широко распространенный в Мировом океане в олигоцене – миоцене. Согласно имеющимся данным появление первых представителей рода *Cavitatus* (*C. jouseanus*) в Северотихоокеанском регионе приурочено к раннему олигоцену. Данный уровень относится к верхней части зоны *Rhizosolenia oligosaenica* – древнейшей зоны олигоцена северотихоокеанской шкалы по диатомеям. По геохронологической шкале У. Бергрена и др. 1995 г., граница между этой и более молодой зоной *Rocella vigilans* проводится на уровне 30,2 млн лет назад. В пределах зоны *Rhizosolenia oligosaenica* выделены две подзоны, граница между которыми маркируется уровнем появления *Cavitatus jouseanus*. Возраст этого уровня оценивается как ~31 млн лет, хотя окончательно точная датировка для Северной Пацифики еще не определена.

Таким образом, находки представителей рода *Cavitatus* дают возможность сделать вывод о том, что вмещающие отложения имеют возраст не древнее раннего олигоцена и начали формироваться не ранее, чем ~31 млн лет назад. Также представляют интерес находки в этих слоях вымершего морского вида *Odontella sawamurae*, характерного для олигоцена - нижнего миоцена районов северо-западного обрамления Тихого океана. По имеющимся данным наиболее древние находки этого вида в разрезах о. Хоккайдо (Япония), относятся к раннеолигоценовой зоне *Rocella vigilans*, охватывающей интервал от 30,2 до 29,6 млн лет. С одной стороны, это может говорить о том, что возраст вмещающих отложений алугинской свиты не древнее 30,2 млн лет. Однако с другой стороны, точные данные по датировкам уровня появления *Odontella sawamurae* в более северных по сравнению с о. Хоккайдо районах пока отсутствуют. Поэтому обнаружение данного таксона может только дополнительно свидетельствовать, что возраст вмещающих отложений не древнее раннего олигоцена.

Впервые полученные в разрезе палеогена п-ова Ильпинский данные по диатомеям позволяют с большим, чем ранее, основанием относить алугинскую свиту к олигоцену. Эти данные также дают возможность осуществить напрямую привязку бентосных групп к диатомовым комплексам, что придает бентосу более определенное маркирующее значение. В то же время, находки комплекса диатомей в кыланской свите, имеющего прямую корреляцию со среднеэоценовыми ассоциациями карбонатного планктона, представляют важность для разработки эоценовой шкалы по диатомеям для Северотихоокеанского региона.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №№ 05-05-66935-ЯФ и 05-05-64072).

First data on fossil diatoms are obtained from stratigraphically well-controlled samples in the Il'pinskii Peninsula Paleogene key section, Northeastern Kamchatka. The middle Eocene diatom assemblage is directly correlated with assemblages of planktic foraminifera and nannofossils. The results obtained on the Oligocene diatom flora allow direct correlations of benthic assemblages and siliceous microplankton, thus imparting certain indicative properties to benthic fauna.

Ю.Б. Гладенков

(Геологический институт РАН, Москва, e-mail: gladenkov@ginras.ru)

Новые шаги в детальном расчленении морских отложений.

Инфразональная стратиграфия – это фантазия

или реальность?

Yu.B. Gladenkov

(Geological Institute RAS, Moscow)

New steps towards a detailed subdivision of marine deposits.

Infracozonal stratigraphy – fantasy or reality?

Проблема детализации стратиграфических шкал обсуждается давно (например, [1, 2]). В последние годы, как ответ на ее решение, появилась инфразональная стратиграфия (она известна и как «микро»- или «наностратиграфия»), которая стала достаточно широко использоваться в геологической практике при расчленении осадочных, в том числе морских – относительно мелководных и глубоководных толщ многих систем фанерозоя. Инфразональную стратиграфию можно, видимо, считать практической реализацией идей событийной стратиграфии конца 20 – начала 21 века.

Какие же методы и приемы могут быть использованы при расчленении стратиграфических зон (хронозон и биостратиграфических зон)? Каков разумный предел этого расчленения? Каков пространственный масштаб применения дробных стратиграфических единиц? В геологической практике наметились два пути создания «микростратиграфических» схем. Первый – это использование палеонтологического метода, второй – применение некоторых приемов стратиграфического расчленения на базе непалеонтологических методов.

На основе **палеонтологического метода** в ряде случаев были сделаны достаточно успешные попытки расчленить хронозоны и региозоны (лоны) на более мелкие подразделения, например подзоны, зонулы и слои разного ранга. Известно также, что в пределах хронозон и лон в ряде случаев можно выделять биостратиграфические единицы типа эпиболи, экозоны, интервалзоны, зоны совместного распространения таксонов и пр.

Особо следует сказать об использовании в целях детализации различных реперов (= маркеров), выделяемых внутри зон, что способствует расчленению последних на несколько частей. В качестве таких реперов могут быть употреблены, во-первых, палеонтологические маркеры, которые являются следами кратковременных биологических событий (в частности, с использованием разных датированных уровней). Во-вторых, детализации стратиграфических шкал способствует расчленение древних толщ на основе использования параллельных зональных схем, создаваемых по различным палеонтологическим группам (например, фораминиферам, диатомовым, радиоляриям и пр.). Совмещение в одной схеме какого-либо возрастного интервала

реперов (например, датум-плейнов) из таких параллельных схем приводит к определенной детализации. В третьих, для подразделения зон могут быть использованы новые построения по систематике различных таксонов и данные по фенетике.

Инфразональное расчленение осуществляется также с помощью выявления маркеров внутри зон **непалеонтологическими методами**. Среди них можно использовать палеомагнитные, литологические, геохимические, палеоклиматические, палеоэкологические, циклические, сейсмические, эвстатические, астрономические и другие реперы.

Каждый репер (палеонтологический или непалеонтологический) может быть употреблен для подразделения той или иной зоны на несколько единиц. Сейчас это относится в первую очередь к локальным или провинциальным зонам, но этот процесс постепенно распространяется и на субглобальные зоны.

В настоящее время делаются попытки разработать *иерархию* и номенклатуру дробных подразделений. Уже накоплен значительный материал по практическому выделению инфразональных единиц (длительностью в тысячелетиях) как в России, так и за рубежом. Можно сослаться, в частности, на примеры расчленения на этой основе кайнозойских горизонтов Камчатки и Сахалина, мезозойских толщ Сибири, палеозоя Русской плиты, квартера Мексиканского залива и пр. Это свидетельствует о вполне определенной и уже сложившейся тенденции развития современной стратиграфии.

Инфразональное направление стратиграфических исследований уже востребовано практикой. Микростратиграфические схемы могут быть использованы при крупномасштабном картировании, при детальных корреляциях морских отложений разных бассейнов, в поисках скоплений полезных ископаемых на отдельных стратиграфических уровнях, в построении детальных палеогеографических карт, в познании характера, направленности и этапности развития морских палеоэкосистем, а также в прогнозировании природных обстановок будущих десятилетий и столетий. В целом это направление способствует решению многих проблем фундаментальной геологии, которые в последнее время развиваются, в частности, в рамках «биосферной» стратиграфии [3]. Внедрение инфразональной стратиграфии в практику становится показателем уровня стратиграфической культуры в геологических исследованиях нового столетия

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 05-05-64072 и 05-05-66935-ЯФ).

1. Меннер В.В., Гладенков Ю.Б. К детализации стратиграфических шкал // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1986. № 11. С. 5–17.

2. Гладенков Ю.Б. Перспективы инфразонального (микростратиграфического) расчленения осадочных толщ // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 4. С. 3–15.

3. *Гладенков Ю.Б.* Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). М.: ГЕОС, 2004. 120 с.

Infracozonal stratigraphy (or nanostratigraphy) began to play an important role in refined subdivision of the Phanerozoic marine successions. This involves multidisciplinary approach and ecosystem analysis.

**С.А. Горбаренко¹, М.И. Малахов², Е.Л. Гольдберг³,
С.П. Захарков¹, А.А. Босин¹, Ю.П. Василенко¹,
О.Ю. Пшенева¹**

(¹Тихоокеанский океанологический институт ДВО им. В.И. Ильичева, Владивосток, e-mail: gorbarenko@poi.dvo.ru, ²Северо-восточный комплексный НИИ РАН, Магадан, malakhov@neisri.ru, ³Лимнологический институт СОРАН, Иркутск, e-mail: gold@econova.nsk.su)

Орбитальные и тысячелетние изменения климата и среды дальневосточных морей в позднем плейстоцене и голоцене

**S.A. Gorbarenko¹, M.I. Malakhov², E.L. Goldberg³,
S.P. Zakharkov¹, A. A. Bosin¹, Yu.P. Vasilenko¹,
O.Yu. Psheneva¹**

(¹V.I. Il'ichev Pacific oceanological institute FEBRAS, Vladivostok, e-mail: gorbarenko@poi.dvo.ru, ²North-eastern complex NII FEBRAS, Magadan, malakhov@neisri.ru, ³Limnological Institute, SB of RAS, Irkutsk, e-mail: gold@econova.nsk.su)

Orbital and millennium scale climate and environmental changes of the Far-eastern Seas during Late Pleistocene and Holocene

Полученные записи изотопного состава кислорода воды ($\delta^{18}\text{O}$) из ледового керна Гренландии свидетельствуют о быстрых изменениях температуры прилегающего воздуха до $7\text{--}10^\circ\text{C}$, происходящих за несколько десятилетий во время последнего оледенения. Такие быстрые изменения климата с периодичностью 1,5–2 (Дансгор-ошгер, ДО осцилляции) и 6–8 тысяч лет (холодные Хейнрих, Х события) [1], обнаруженные позднее в Северной Атлантике и в других регионах Земли, произвели революцию в понимании глобальных и региональных вариаций климата, причин их возникновения и механизмов передачи. Для изучения причин, механизмов и последствий таких катастрофических изменений в масштабе тысячелетий-столетий требуются дальнейшие исследования о времени, географическом распространении и природе быстрых изменений в разных регионах обеих полушарий.

С целью изучения быстрых изменений среды и климата Охотского моря нами изучены две колонки: LV28-40-5 и MR 06-04 7R из центральной части моря. Возрастная шкала осадков основана на данных $\delta^{18}\text{O}$ бентосных фораминифер, изменения магнитной восприимчивости (МВ) осадков, тефрохронологии и изменения интенсивности магнитного поля Земли, плюс радиоуглеродного датирования методом ускорительной масс-спектрометрии для первой колонки. Осадки первой колонки охватывают морские изотопные стадии (МИС) 1–4 (последние 80 тыс. лет) и второй – МИС 1–6 (190 тысяч лет).

В качестве индикаторов изменения среды и климата для колонки LV28-40-5 были использованы: содержание хлорина, CaCO_3 и Ca , органического углерода, биогенного бария и аморфного кремнезема и количество бентосных фораминифер; для колонки MR 06-04 7R – MB, плотность и влажность натурального осадка, % содержания крупной фракции (более 150 μ) в осадке, переносимой морскими льдами, и хлорина. На основе изучения изменения продуктивности Охотского моря в прошлом было показано, что продуктивность данного бассейна во время последнего оледенения была значительно ниже, чем в позднем голоцене [2], что позволяет использовать содержание хлорина как показатель продуктивности и климата Охотского моря и при более быстрых изменениях климата.

Записи, полученные по колонке LV28-40-5, показывают смену среды и климата моря во время холодных периодов, соответствующих четным МИС 2 и 4, и более теплых этапов развития бассейна (МИС 1 и 3), происходивших за последние 80 тыс. календарных лет. На фоне этих орбитально управляемых изменений, полученные результаты ясно свидетельствуют и о быстрых изменениях среды Охотского моря [3]. Наиболее сильные и резкие падения индикаторов, характеризующих продуктивность/климат Охотского моря происходили во время холодных Хейнрик событий, когда в результате частичного распада континентальных щитов в северной Атлантике накапливались осадки обогащенные ледовым разномом и климат этого региона, Гренландии и всего северного полушария испытывал значительное похолодание (Heinrich event equivalent anomaly, НЕЕА). Полученные нами записи демонстрируют также и быстрые увеличения продуктивности/потепления среды Охотского моря, происходившие синхронно с теплыми ДО межстадиалами Гренландии [1] и преобладанием летних восточно-азиатских муссонов над зимними [4], что, вероятно, было обусловлено осцилляциями полярного индекса атмосферной циркуляции и сезонной активности азиатских муссонов.

По колонке MR 06-04 7R нами изучены изменения седиментации и продуктивности/климата Охотского моря за последние 190 тыс. лет (МИС 1–6). Полученные для этой колонки записи литофизических свойств осадков и продуктивности моря также демонстрируют орбитальные изменения климата и седиментации, соответствующие холодным (МИС 2, 4 и 6) и теплым изотопным стадиям (МИС 1, 3 и 5). В дополнение к изученным по колонке LV28-40-5 быстрым изменениям климата среды моря за последние 80 тысяч лет, записи по колонке MR 06-04 7R показывают, что и во время теплой стадии 5 и предшествующему ей оледенению (МИС 6) условия среды и седиментации Охотского моря также претерпевали изменения в масштабе тысячелетний. Резкие похолодания Охотского моря и накопление более грубых осадков, обедненных биогенными остатками, соответствующие НЕЕА, происходили одновременно с наиболее сильными ДО стадиями Гренландии и похолоданиями северной Атлантики с периодичностью около 6 тыс.

лет. С другой стороны эти сильные похолодания Охотского моря (НЭЕА) происходили во время быстрых потеплений Южного полушария, выявленных в записях $\delta^{18}\text{O}$ ледового керна Антарктиды, что свидетельствует в пользу гипотезы «качелей» в распределении тепла низких широт в высокие широты обоих полушарий посредством попеременного преобладания формирования Северо-Атлантических глубинных вод и Антарктических придонных вод [5].

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 06-05-91576 Яф-а и 07-05-00655-а, грантов ДВО РАН № 05-III-A-07-136 и № 05-III-И-07-003, интеграционного гранта Дальневосточного и Сибирского отделений РАН 03-2-0-00-006 (№143), а также ФЦП "Мировой океан".

1. Bond G., Broecker W., Johnson S., McManus J., Labeyrie L., Jouzel J. and Bonani G. Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice // *Nature*. 1993. Vol. 365. P. 143–147.

2. Горбаренко С.А., Гольдберг Е.Л. Оценки изменения первичной продукции Охотского и Берингова морей и северо-западной части Тихого океана за максимум последнего оледенения и голоцен // *ДАН РАН*. 2005 Т. 405, № 5. С. 673–676.

3. Gorbarenko S.A., Goldberg E.L., Kashgarian M., Velivetskaya T.A., Zakharkov S. P., Pechnikov V.S., Bosin A. A., Psheneva O.Yu., Ivanova E.D. Millenium scale environment changes of the Okhotsk Sea during last 80 kyr and their phase relationship with global climate changes // *J. of Oceanography*. 2007. Vol. 63. No. 4. P. 609–623.

4. Wang Y.J., Cheng H., Edwards R.L., An Z.S., Wu J.Y., Shen C.-C. and Dorale J.A. A high-resolution absolute-dated late Pleistocene monsoon records from Hulu Cave, China // *Science*. 2001. Vol. 294. P. 2345–2348.

5. Blunier T. and Brook E.J. Timing of millennial-scale climate change in Antarctica and Greenland during the last glacial period // *Science*. 2001. Vol. 291. P. 109–112.

High resolution multiproxies records of the Okhotsk Sea sediments demonstrate abrupt environmental/climate changes with periodicity nearly 6 and 2 kyr during last 190 kyr synchronously with Heinrich events in the N. Atlantic and Dansgaard-Oeschger oscillation in the Greenland. On the other hand, the cold Heinrich event equivalent Anomaly in the Okhotsk Sea occurred simultaneously with abrupt warming in the Antarctic confirming the “seesaw” hypotheses.

**А.Г. Григорьев¹, В.А. Жамойда¹, А.Ю. Шарапова¹,
В.В. Сивков²**

(¹Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, Andrey_Grigiryev@vsegei.ru,

²Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Шишова, Калининград, sivkov@baltnet.ru)

Новые данные по истории развития Балтийского моря

**A.G. Grigoriev¹, V.A. Zhamoida¹, A.Y. Sharapova¹,
V.V. Sivkov²**

(¹Russian Research Geological Institute (VSEGEI), St. Petersburg, ²Atlantic Branch of P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow)

New data on geological development of the Baltic Sea

Новые данные о развитии Балтийского моря в позднем плейстоцене-голоцене были получены при изучении грунтовой колонки POS303700 длиной 1238 см, отобранной в Гданьской котловине в рейсе НИС “Посейдон” в рамках Российско-Германского проекта GISEB. Геологическое описание разреза позволило выделить литолого-стратиграфические комплексы, соотносимые со стадиями развития Балтийского моря, которые включают в себя отложения Балтийского ледникового озера, Иольдиевого моря, Анцилового озера, Литоринового и пост-литориновых морских бассейнов. В состав комплекса аналитических исследований проб, отобранных с шагом 6–8 см, входили следующие виды анализов: палинологический, фазовый рентгеноструктурный, гранулометрический, рентген-флуоресцентный и изотопное определение возраста по C^{14} и Pb^{210} .

Анализ распределения спор и пыльцы позволил выделить в разрезе 10 палинологических зон, сопоставимых с климатическими периодами Блитта-Сернандера и отражающих этапы развития палеоклимата региона на протяжении 13000 лет. В совокупности с данными изотопного датирования это позволило уточнить положение литостратиграфических границ и рассчитать скорости осадконакопления, изменяющиеся в интервале от 0,37 до 1,62 мм/год.

В позднем плейстоцене-голоцене Балтийское море прошло несколько стадий, попеременно представляя собой то связанную с океаном открытую морскую систему, то замкнутую пресноводную. Изучение изменения солевого состава донных отложений по разрезу исследуемых отложений позволило охарактеризовать изменение палеогеографической обстановки в пределах юго-восточной части Балтийского моря.

Соленость морских и поровых вод в основном определяется концентрацией в них соединений хлора, составляющих приблизительно 88,7% от общего состава содержащихся в них солей. Во многих работах, приводится эмпирическая формула, позволяющая пересчитать содержание хлора на общую соленость для Балтийского моря $S_{‰} = 0,115 + 1,80655Cl_{‰}$. В то же вре-

время, достаточно надежным индикатором степени солености поровых вод может служить элемент группы галогенов – бром, т.к. установлено, что соотношение Cl/Bg в пробах верхних горизонтов донных осадков на сухую массу составляет постоянную для Балтийского моря величину – 230 (Шишкина 69). Таким образом, расчетным путем может быть определено содержание в отложениях Cl и соответственно палеосолености вод, в которых эти отложения накапливались. Используя приведенные выше формулы, следует сделать допущение, о том, что применяемые коэффициенты не менялись на протяжении изучаемого геологического времени.

По полученным данным о распределении концентрации брома по разрезу колонки и соответственно палеосолености, с учетом палинологических и геологических данных, а также определения абсолютного возраста, условия существования бассейна можно разделить на существенно озерные и существенно морские. Границей, между ними, вероятно, следует считать отметку 549 см, соответствующую возрасту 7700 лет н., где отмечается скачкообразный рост солености от 2 ‰ до 9 ‰.

В отложениях Балтийского ледникового озера (БЛО) и выше по разрезу, включая начальную стадию Анцилового озера, вплоть до завершения верхнего пребореала (Pb_2) распределение концентрации брома имеет однородный характер, расчетная соленость остаётся незначительной 2 ‰. На границе между Pb_1 и Pb_2 солёность повышается до 4 ‰, что очевидно обусловлено мощным затоком атлантических вод. Неизменность концентрации брома в отложениях Иольдиевого моря по отношению к отложениям БЛО и начальной стадии Анцилового озера даёт возможность предполагать, что в Гданьской котловине иольдиевая фаза развития Балтики практически не проявилась. Учитывая данные об изменении солёности, начало фазы Мастогля для Гданьского бассейна, вероятно, следует отнести к началу скачкообразного роста солености осадков -7700 лет н. Завершение фазы Мастогля очевидно приходится на возраст около 7340 лет н., выше которого градиент изменения солености принимает знакопеременный характер и в целом солёность осадков стабилизируется. Отложения собственно Литоринового моря характеризуются четырьмя четкими пиками максимумов солености, вероятно обусловленными усиливающимся водообменом с океаном во время трансгрессивных фаз. Из четырех максимумов солености три приходятся на Атлантический период (At). Два из них датируются возрастом 6700 лет н. и 6475 лет н. и соответствуют At_1 , а самый значительный максимум, датирующийся возрастом 5080 лет н., был достигнут во время климатического оптимума послеледниковья в At_2 . Последний четвертый максимум солености относится к нижнему суббореалу (Sb_1) (4640 лет н.). Завершающий этап развития Литоринового моря отмечается заметным падением его солености, что характеризуется значительным по амплитуде падением концентрации Bg в конце раннего суббореала (Sb_1). Возрастная граница между Литориновым и постлиториновым морем, согласно нашим данным,

может быть проведена на границе между Sb_1 и Sb_2 , что соответствует абсолютному возрасту около 4200 лет н. Начиная с этой отметки и выше по разрезу до отметки 88 см содержание брома в осадке и, следовательно, палеосоленность относительно стабилизируются.

В результате математической обработки данных с использованием факторного анализа по выборкам, характеризующим интервалы разреза, связанные с основными этапами развития Балтийского моря, и всей колонки в целом было установлено, что для морских отложений Вг является антагонистом по отношению ко всем другим определяемым химическим элементам. Для озёрных отложений антагонизм Вг уменьшается в зависимости от пресноводности бассейна. В наиболее пресноводных бассейнах антагонистические свойства Вг по отношению к другим элементам отсутствуют, и он входит в широкую геохимическую ассоциацию. По-видимому, основная масса определяемых химических элементов в данном случае имеет терригенную природу. В морских осадках бром имеет преимущественно хемогенную природу, попадая в осадок из морской воды. В более пресноводных осадках уменьшается влияние хемогенной составляющей на концентрацию брома, обусловленную солёностью воды, и увеличивается влияние терригенной составляющей, а процессы его аккумуляции в осадках по своему характеру приближаются к остальной группе химических элементов.

Анализ распределения гранулометрического состава отложений верхней части разреза позволил выделить по колонке четыре интервала, осадки которых предположительно накапливались в условиях относительно высокой придонной гидродинамической активности. Сопоставление распределения концентраций брома в разрезе и гранулометрического состава отложений, показало, что периоды повышенной гидродинамической активности совпадают с интервалами, характеризующимися высоким градиентом изменения солёности осадков.

Core-section 12.38 m long was sampled in the Gdansk Basin within the cruise of r/v "Poseidon" in the frame of Russian-German Project GISEB. Down-core analysis of the sediment core includes ^{14}C and ^{210}Pb dating, X-ray diffraction, pollen, grain-size and geochemical analysis. A high-resolution record of climate and environment in the Gdansk Deep from the Bölling to the Subatlantic has been established. The fluctuations of the rate of sedimentation during Late Pleistocene-Holocene from 0.37 to 1.62 mm/yr have been specified. The main tendencies of relative salinity variations of the water during the Holocene have been determined using analysis of bromine concentrations in the sediments. Formation of the Yoldia Sea did not follow to salinity increasing within the Gdansk Basin.

О.Б. Дмитренко

(Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва; E-mail: senidol@yandex.ru)

Наннопланктон в четвертичных донных осадках

Бразильской котловины

O.B. Dmitrenko

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow;

E-mail: senidol@yandex.ru)

Nannoplankton in the Quaternary bottom sediments of the Brazilian Cape

Изучены известковые наннофоссилии из 5-ти колонок Бразильского бассейна, поднятые в 17 (2003 г.) и 18-м (2004 г.) рейсах НИС «Академик Сергей Вавилов». Колонки взяты в районах континентального склона Южной Америки (АСВ-17-1431, АСВ-17-1447 и АСВ-17-1469), а также в осевой зоне Бразильской котловины (АСВ-18-1535 и АСВ-18-1540), где глубины их расположения соответствуют и превышают глубину карбонатной компенсации. Все она занимают несколько разное стратиграфическое положение.

Осадки колонок АСВ-17-1431 и АСВ-17-1469 принадлежат зоне *Emiliana huxleyi* s.l. верхнего плейстоцена-голоцена. Низы колонок датируются соответственно "70 и "100 тыс. лет назад. В разрезе колонки 1535 выделено 5 зон по шкале С.Гартнера [Gartner, 1977]: *Emiliana huxleyi* Acme; *Emiliana huxleyi*; *Gephyrocapsa oceanica*; *Pseudoemiliana lacunosa*; мелких *Gephyrocapsa*. Ниже 340 см кокколиты практически не встречаются. Придонная обстановки в период седиментации была изменчивой, но в целом сравнительно спокойной, при которой почти не происходило поступления вторичных видов кокколитов. Резкие флуктуации были связаны с гидрологическими условиями, при которых менялось поступление холодных антарктических вод, агрессивных по отношению к карбонатному материалу. При усилении этого подтока кокколиты в разной степени растворялись, порой не достигая дна вовсе, что происходило в более холодные климатические периоды.

В разрезе колонки АСВ-17-1447 верхние 159 см достоверно отнесены к зоне *Emiliana huxleyi* верхнего плейстоцена-голоцена. Ниже осадки предположительно принадлежат к верхнему плейстоцену по присутствию в нижних горизонтах растворенной *E. huxleyi* и *Gephyrocapsa oceanica*. Образование осадочной толщи в районе колонки АСВ-17-1447 связано, скорее всего, с действием суспензионных потоков, несущихся от континента Южной Америки, и характеризуется присутствием большого количества видов вторичного залегания. Возраст переотложенных видов – плиоцен, миоцен, палеоген. Интенсивное поступление холодных антарктических вод в район расположения колонки АСВ-18- 1447 привели к резкому усилению процессов растворения кокколитового материала и к почти полному отсутствию в нижней части разреза плейстоценовых видов.

Похожая ситуация складывалась при образовании осадочной толщи разреза колонки АСВ-18-1540. В верхних 250-ти см кокколиторы не встречены. Интервал 250–510 см отнесен к плейстоцену, верхам зоны *Pseudoemiliana lacunosa* на основании присутствия в диапазоне 425–510 см видов *Gephyrocapsa protohyxley* и *Discosphaera tubifera*. Виды вторичного залегания преобладают в ассоциациях колонки АСВ-18-1540, составляя 50–77,7 % от общего количества кокколитор, их разнообразие в отдельных случаях достигает 24-х видов. Они представлены плиоценовыми, миоценовыми и палеогеновыми формами с резким преобладанием видов верхнего плиоцена. Усиливается и поступление более древних представителей. Такой значительный привнос вторичного материала, по-видимому, в какой-то степени связан с Гвинейским Южным пассатным течением, но в большей степени – с проникающими сюда турбидитными потоками, обусловленными вдольбереговыми течениями Южной Америки и взаимодействующими в данном районе с водами Гвинейского пассатного течения.

Высокие скорости и значительная концентрация переотложенного карбонатного материала обусловили сохранность четвертичных видов кокколитор. Они как бы экранируются более древними видами наннопланктона, что защищает их от растворения на глубине, на 1000 м превышающей уровень карбонатной компенсации этом районе.

Calcareous nannofossils from the five gravity cores in the Brazilian Cape were studied (voyages 17 and 18 of the R/V “Akademik Sergey Vavilov”, 2003 and 2004). The sediments age is the Pleistocene-Holocene. Some of the sediments contained many reworked Neogene and Paleogene species. Latter were delivered by suspension currents from the South American continent slope. Great amount of reworked species of the core ASV-18-1540 preserved on the depth of 1000 m under CCD. They managed to conserve because of the very high sedimentation rates and very fast calcareous fossils burial that made them fail to dissolve.

О.Б. Дмитренко, Н.С. Оська

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва; E-mail: senidol@yandex.ru)

Известковые микрофоссилии как показатель процессов формирования осадков в районе станции АСВ-17-2003-1447 возвышенности Риу-Гранди

O.B. Dmitrenko, N.S. Oskina

(P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow;

E-mail: senidol@yandex.ru)

Calcareous Microfossils As Sediment Formation Mark In The Core ACB-17-2003-1447 Area (Rio Grande Rise)

Исследован известковый наннопланктон и планктонные фораминиферы колонки АСВ-17-АСВ-17-2003-1447 длиной 375 см, расположенной вблизи поднятия Риу-Гранди (26°56'S, 34°08'W, глубина 3905 м). Микропланктон развивался в пограничной южной тропико-субтропической водной массе, захороняясь в придонной воде [Степанов, 1983] выше критической глубины карбоната накопления. Район станции характеризуется беспокойными поверхностными условиями, при которых сталкиваются вектора противонаправленных течений: в южном направлении движутся прибрежные воды Бразильского течения, в северном – более удаленные от берега воды центральных районов Южной Атлантики. Они интенсивно перемешиваются и отличаются достаточно высокими температурами и соленостью. Их температура составляет 21–23 °С, соленость – 36,5 ‰. При этом создаются достаточно комфортные условия для жизни микропланктона.

Холодные придонные воды Антарктического течения, сформированные в море Уэдделла в западном бассейне Южной Атлантики, двигаясь на север через Ангольскую котловину и каналы Вима и Хантер, проникают в бассейн Бразильской котловины, заполняя наиболее глубокие ее части. Колонка АСВ-17-2003-1447 расположена непосредственно на трассе движения антарктической водной массы, что влияет на процессы формирования осадков в этом районе, определяя подводную эрозию, перерывы в осадконакоплении и растворение карбоната кальция. Цель настоящей работы заключалась в стратиграфическом расчленении осадков и в выяснении изменений палеоокеанических условий в данном еще сравнительно мало изученном регионе при помощи микропалеонтологических методов.

Известковый наннопланктон был исследован в 66 образцах – 47 образцов в световом микроскопе “Amplival” и 19 образцов и сканирующем электронном микроскопе JSM-U3 (ИО РАН), получено около 150 фотографий наннопланктона. Планктонные фораминиферы были изучены в 56 образцах, палеотемпературному анализу подвергались верхние 24, отобранные с интервалом в 2 см. Использовалась методика М.С. Бараша (Бараш, 1988).

Поверхностные осадки колонки содержат значительный набор видов зоны *Emiliana huxleyi*. Вид-индекс составляет 7,2% от общей численности кокколитов, что свидетельствует о самом молодом возрасте осадков и принадлежности их к зоне *Emiliana huxleyi* Acme [Gartner, 1977].

Начиная с гор. 9–11 см виды вторичного залегания преобладают в осадках. Интенсивные процессы растворения кокколитового материала привели к почти полному отсутствию в разрезе плейстоценовых видов, что связано с воздействием холодных антарктических вод. При этом скорости поступления аллохтонного карбонатного кокколитового материала, по-видимому, были достаточно высокими. В результате более древние и более крупные виды вторичного залегания сохранялись в осадках в больших количествах, а четвертичные виды составляли лишь дискретную примесь. Возраст переотложенных видов – плиоцен, миоцен, палеоген с резким преобладанием плиоценовых дискоастеров. Появление вторичного материала определяется, скорее всего, суспензионными потоками, несущимися вдоль континентального склона от Южной Америки и обладающими достаточно мощной силой воздействия на автохтонный материал, что приводило к интенсивному перемешиванию всей ранее отложившейся толщи осадков. Все это создает неблагоприятные условия для захоронения скелетных остатков наннофлоры, достаточно многочисленной и разнообразной в поверхностной воде.

Результаты изучения планктонных фораминифер подтверждают данные, полученные при исследовании наннопланктона. Во всех изученных образцах встречены переотложенные неогеновые виды. Содержание их относительно невелико и составляет несколько процентов. Четвертичный возраст разреза определяется наличием вида-индекса *Globorotalia truncatulinoides*. Палеотемпературный анализ позволил построить палеотемпературную кривую, показывающую два теплых пика. Во время верхнего пика (7–9 см) палеотемпература поверхностной воды достигала 26° C, что выше современной на 3–4 градуса. Этот пик, вероятно, соответствует оптимуму голоцена. Это подтверждается результатами изучения наннопланктона, где эта часть разреза отнесена к зоне *Emiliana huxleyi* Acme, нижняя возрастная граница которой составляет 70 тыс. лет, что даже при наличии растворения свидетельствует о том, что верхний пик не мог сформироваться во время последнего межледникового, возраст которого значительно превышает эту цифру. Нижний теплый пик с температурой 24° C, то есть на 1–2 градуса выше современной, может относиться к времени последнего межледникового. Донные осадки, сформировавшиеся в холодный этап позднего плейстоцена, отличаются от отвечающих теплым этапам худшей сохранностью, а также уменьшением общего числа видов и возрастанием процентного содержания таких более устойчивых к растворению видов, как *Globorotalia inflata* и *G. crassaformis*.

Существенное растворение карбонатных остатков обеих групп микропланктона в периоды холодных этапов позднего плейстоцена, вероятно, бы-

ло связано с повышением уровня карбонатной компенсации в этом районе и с усилением поступления холодных придонных вод. Аналогичное явление было отмечено ранее при изучении скважин глубоководного бурения 516 и 518 (Barash, Oskina, Blyum, 1983). Высокая температура поверхностной воды, реконструированная для оптимума голоцена, может указывать на присутствие более мощного, чем в настоящее время, тепловодного Бразильского течения.

Барааш М.С. Геоморфология и геологическое строение дна. Гл. III / Ред. Леонтьев О.К. Атлантический океан. М.: Мысль, 1977. С. 87–171.

Барааш М.С. Четвертичная палеоокеанология Атлантического океана. М.: Наука, 1988. 271 с.

Степанов В.Н. Океаносфера. М.: Мысль, 1983 270 с.

Barash M.S., Oskina N.S., Blyum N.S. Quaternary biostratigraphy and surface paleotemperatures by means of planktonic foraminifers Sites 515 and 518 DSDP Leg 72. Init. Rep. DSDP. 1983. Vol.72. P. 849–869.

Gartner S. Calcareous nannofossil stratigraphy and revised zonation of the Pleistocene // Marine Micropaleont. 1977 V. 2. P. 1–25.

Nannoplankton and plankton foraminifers from the ASV-17-2003-1447 gravity core were studied. The Pleistocene-Holocene sediments contained very many reworked Neogene and Paleogene species, delivered from the South American continent slope with turbidites. Plankton foraminifers reveal two temperature peaks. The first one is the Holocene optimum (26° C), during the second peak the surface water temperature was 24° C, which is 1–2° higher than today.

Д.В. Ерошенко

(Атлантическое отделение института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Калининград, e-mail: ioran@atlas.baltnet.ru)

**Распределение вулканокластического материала в осадках
Центральной Атлантики и Средиземного моря**

D.V. Eroshenko

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Atlantic Branch,
Kaliningrad)

**The distribution of volcanoclastic material in the deposits
of Central Atlantic Ocean and Mediterranean Sea**

Изучение продуктов вулканизма тесно связано с проблемой формирования земной коры, т.к. изверженный вулканами материал дает начало как горным вулканическим породам, так и вулканогенным осадкам на суше и в океане. Знание особенностей его накопления в осадках позволяет изучить циклы развития вулканических процессов, влияние на процесс осадкообразования, их связь с магматизмом океанов и континентов. Проекты глубоководного бурения в океанах DSDP и ODP позволили дополнить данные по вулканокластическим отложениям на континентах, включив в область исследования самую большую морфоструктуру планеты – океанское дно. В работе проведен анализ материала эруптивных извержений в Центральной Атлантике и Средиземном море. Особенность выбранной области исследования с точки зрения гипотезы тектоники плит, состоит в том, что более 150 млн лет назад западная и восточная части Центральной Атлантики были сильно сближены и представляли собой единый регион, характеризующийся как процессами развития спрединга, субдукционного и внутриплитного магматизма, связанных с формированием Атлантического океана, так и, начавшимся около 140 млн лет назад, процессом закрытия океана Тетис, остатком которого является Средиземное море. В основе работы лежат данные по 60 скважинам глубоководного бурения (проекты DSDP и ODP). Целью и задачей работы было классификация вулканокластического материала, выявление основных циклов эруптивного вулканизма, его роли в процессе осадконакопления в исследуемых регионах, а также определение преобладающих направлений палеоразноса вулканокластического материала. Работа включает в себя обзор литературных данных по этой тематике, подсчет количества вулканокластических слоев, их мощностей, ареалов пеплопадов и объемов за стратиграфический интервал в 170 млн лет. Сюда входят также анализ 2000 проб smear-слайдов, взятых из первичных отчетов по бурению, а также 1921 опубликованных в научной литературе петрохимических анализов вулканокластов и вулканических пород центров извержений.

Данные по минеральному составу легли в основу классификации вулканокластического материала в регионах, которая была проведена по схеме,

предложенной Е.Ф. Малеевым в 70–80-х гг. В ней обозначены основные генетические типы: эффузивно-обломочный материал, пирокластический, ортотуффовый. В принятую классификацию была включена группа измененного вулканокластического материала, состоящая полностью или наполовину из продуктов изменения вулканических стекол – цеолитов, смектитов, палыгорскитов. Тип вулканокластики определялся по соотношению основных компонентов состава: витрокластики, кристаллокластики, терригенных, аутигенных и биогенных групп. Для их выделения использовались: сравнительный анализ по smear-слайдам составов вулканокластических слоев и вмещающих их разновозрастных осадков, корреляционных анализ между вулканогенной, терригенной и аутигенной группами минералов.

В итоге анализ минерального и гранулометрического состава (данные даются по шкале Вентсворда и классификационной схеме Шеппарда) вулканокластических отложений показал, что основная их часть (более 51%) представлена эксплозивным материалом (вулканическими пеплами и туфами) надводных извержений, преимущественно алевритового и алевритово-пелитового состава, который распространялся путем эолового разноса. Пирокластические отложения (псаммитовой и алевритовой размерности) в Карибском и Средиземноморском регионах встречаются на достаточно большом удалении от источника. В ЦВА они приурочены, преимущественно к центрам извержений (Канарские, Азорские острова, архипелаг Зеленого мыса и остров Мадейра). В Канарской котловине они представлены измененными цеолитизированными, смектитизированными пеплами и туфами, а также палыгорскитовыми прослоями. Эффузивно-обломочные и ортотуффовые отложения вскрыты на склонах вулканов, вулканических островов, подводных хребтов и гор, где высока роль терригенного сноса.

Подсчет количества прослоев вулканокластических отложений, а также их мощностей позволил выделить циклы накопления вулканокластического материала. Выделяются меловой, палеогеновый и миоцен современный мегациклы накопления, которые также делятся на ряд мезоциклов. Для Карибского региона таковыми являются коньякский, кампанский, нижне-средне-эоценовый, миоцен-плиоценовый мезоциклы. Для Центрально-Восточной Атлантики – аптский, сеноманский, кампан-маастрихский, эоценовый (нижне-среднеэоценовый), миоценовый (нижне-среднемиоценовый) и плиоцен четвертичный мезоциклы. В Средиземноморском регионе глубоководным бурением охвачена преимущественно только неоген-четвертичная осадочная толща. Выделяются верхнемиоценовый и плиоцен-современный мезоциклы. Причем, первый (верхнемиоценовый) максимум можно рассматривать только как часть более раннего олигоцен-миоценового мезоцикла, связанного с вулканизмом Тосканской вулканической области.

Привязка вулканокластического материала к источникам показала, что в эоцене и миоцене – современном периодах наблюдался максимальный разнос вулканических пеплов в регионах. В Центрально-Восточной Атлантике

уже с палеогена в нижних слоях атмосферы господствовало устойчивое пассатное течение, которое явилось причиной накопления пирокластических слоев в зоне материкового подножия африканского континента по линии от Канарских островов до островов Кабо-Верде. Такое же направление разноса наблюдается в Карибском бассейне, где пирокластический материал Малых Антильских островов достигал южной части Колумбийской котловины. В Средиземноморском регионе направление разноса противоположное – с запада на восток. В четвертичное время пирокластический материал вулканов и Липарских островов достигала острова Кипр.

Расчет площадей пеплопадов позволил определить объемы вулканокластических в регионах за 170 млн лет. Общее количество выброшенного вулканокластического материала ~60 тыс. км³. При этом, около половины (31 тыс. км³) приходится только на Карибский регион. Общий объем пирокластического материала (как измененного, так и неизмененного) – 50 тыс. км³. Стоит отметить, что за последние 22 млн лет вулканами Средиземного моря было выброшено практически то же количество эруптивного материала, что и в Центрально-Восточной Атлантике за все 120 млн лет – около 13 тыс. км³. Несмотря на большое количество слоев вулканокластических в осадках (более 2000), в осадочных толщах она составляет незначительную долю (в среднем – первые проценты) – от 40% вблизи вулканов до 0,1% в удалении от них.

Синхронность циклов накопления вулканокластических в разных регионах а также их сравнение с рядом известных геологических событий указывают на общую глобальную причину, которая, в основном, определялась процессами субдукции в районе Антильских островов, Центральной Америки и активностью плюмов Кабо-Верде и Канарских островов, коллизионными альпийскими движениями в Средиземноморском регионе. Таким образом, циклы накопления вулканокластических отражают этапы усиления магматической активности в океане, связанные с формированием Атлантики и закрытием палеоокеана Тетис.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-05-64169).

The volumes of volcanoclastic deposits in the sedimentary strata of the Central Atlantic and the Mediterranean Sea were counted up on the data of DSDP and ODP. Basing on the data of volcanoclastic mineralogy, lavoklastiks, pyroclastics and ortotuffites deposits were classified. For the chosen mega- and mesocycles of volcanoclastic accumulation the thickness and volume were counted up. The areal maps of volcanoclastic distribution were composed for a phase of 170 mln years.

Е.В. Иванова¹, Н.О. Чистякова¹, Б. Ризебробаккен²

(¹Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, e-mail: e_v_ivanova@ocean.ru, natal-y@mail.ru, ²Бьеркнес центр климатических исследований Университета Бергена, Берген, Норвегия, e-mail: bjorg.risebrobakken@bjerknnes.uib.no)

Пространственно-временная изменчивость условий среды Баренцева моря в голоцене

E.V. Ivanova¹, N.O. Chistyakova¹, B. Risebrobakken²

(¹Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow, Russia; ²Bjerknes Centre for Climate Research, University of Bergen, Bergen, Norway)

Spatiotemporal environmental changes in the Barents Sea during the Holocene

Изменения климата и интенсивности проникновения атлантических вод в Баренцево море в течение голоцена изучены путем анализа комплексов бентосных и планктонных фораминифер, изотопно-кислородных данных и масс-спектрометрического радиоуглеродного датирования колонок из шельфовых депрессий на субмеридиональном профиле от желоба Франц-Виктория до побережья Норвегии. Полученные данные сравнивались с аналогичными данными из других колонок Баренцева моря с целью выявления пространственно-временных вариаций условий среды в связи с глобальными изменениями климата и термохалинной циркуляции.

Опорные колонки отобраны в специфических океанологических условиях:

- желобе Франц-Виктория (ст. АСВ-880), где северная ветвь теплой и соленой атлантической воды проходит в подповерхностном и промежуточном слоях под арктической водой;
- желобе Персей (ст. АСВ-1200, рядом с Полярным Фронтом), где измененная атлантическая вода занимает те же глубины;
- впадине Ингейдьюпет (ст. ПШ-5159Р), которую от подповерхностного слоя до дна заполняет атлантическая вода (~ 30 – 400 м). Здесь проходит Нордкапское течение, то есть южная ветвь атлантической воды, поступающей в Баренцево море вдоль побережья Норвегии.

Временные шкалы для всех изученных разрезов основаны на изотопно-кислородных кривых и масс-спектрометрических радиоуглеродных датировках. Колонки АСВ-880 и АСВ-1200 изучены с разрешением 150-300 лет [1-2]. Временная шкала для колонки ПШ-5159Р разработана путем корреляции полученных по ней изотопно-кислородных кривых с аналогичными кривыми детально датированной колонки ПШ-5159Н (Risebrobakken et al., in prep.), взятой на той же станции. Временное разрешение составляет 100-500 лет.

Наши и литературные данные указывают на преобладание типично арктических видов фораминифер в Баренцевом море в голоцене за

исключением юго-западной части, где так называемые «атлантические виды» доминируют, начиная с ~ 11.2 кал. тыс. лет назад. Относительно малочисленные планктонные фораминиферы представлены в северной и центральной частях бассейна субполярной *N. pachyderma* sin., а в юго-западной части, где их количество незначительно возрастает, попадаются и бореальные виды, в основном *T. quinqueloba*. В колонке ПШ-5159Р арктические бентосные виды, особенно *C. reniforme* и *E. clavatum*, доминируют на границе позднего дриаса и голоцена. Обилие раковин «атлантических» бентосных видов, таких как *C. teretis*, *M. barleeanus*, *P. bulloides*, *P. quinqueloba*, *T. angulosa*, и бореальных планктонных фораминифер указывает на относительно стабильное поступление атлантической воды в Баренцево море вдоль побережья Норвегии в течение последних ~ 11.2 кал. тыс. лет. Определенные по фауне и подтвержденные изотопно-кислородными данными среднегодовые значения поверхностной температуры воды (Т_{пв}) для того же временного интервала в колонке ПШ-5159Р варьируют - от минимальных значений ~ 6 °С на границе позднего дриаса и голоцена до максимальных значений ~ 12°С в раннем голоцене. Подобные изменения температуры установлены и в колонке GIK23258-2 [3], полученной на 3° севернее колонки ПШ-5159Р, где выявлен продолжительный раннеголоценовый оптимум. В колонке АСВ-880 из северной части моря температура подповерхностной воды изменялась значительно меньше, от ~0,5 до 2,4 °С за последние 10 тыс. лет [1].

По изотопно-кислородным данным установлено, что температурный оптимум в желобе Франц-Виктория приходится на интервал 7,8 – 6,9 кал. тыс. лет назад [1] и связан с заполнением желоба атлантической водой от подповерхностного до придонного слоя. В этот период заметно увеличивается численность бентосных видов *Islandiella helenae/norscrossi*, что характерно для относительно длинного безледного сезона. Увеличение процентного содержания атлантических бентосных видов в раннем голоцене и во время термического оптимума в колонках JPC-5 [4] и ААК-94 из желоба Франц-Виктория указывает на усиление поступления атлантической воды. Впоследствии, преобладание оппортунистического вида *E. clavatum* в колонках АСВ-880 и NP94-51 [5] свидетельствует о постепенном ухудшении палеоусловий в течение среднего – позднего голоцена. В колонке АСВ-1200 из желоба Персей, ни изотопные данные [1], ни данные по фораминиферам [6] не устанавливают вышеупомянутых событий. Таким образом, более детальное изучение всех перечисленных данных указывает на пространственно-временную изменчивость температурного оптимума и интенсивности поступления атлантической воды в южную и северную части Баренцева моря.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 06-05-64803 -а.

1. Duplessy J.C., Ivanova E.V., Murdmaa I.O., Paterne M., Labeyrie L. Holocene paleoceanography of the Northern Barents Sea and variations of the northward heat transport by the Atlantic Ocean // *Boreas*, 2001, V. 30(1), p. 2-16.
2. Duplessy J.C., Cortijo E., Ivanova E., Khusid T., Labeyrie L., Levitan M., Murdmaa I., Paterne M. Paleocanography of the Barents Sea during the Holocene // *Paleoceanography*, 2005, V. 20, doi:10.1029/2004PA001116.
3. Sarnthein M., van Kreveld S., Erlenkeuser H., Grootes P. M., Kucera M., Pflaumann U., Schulz M. Centennial-to-millennial-scale periodicities of Holocene climate and sediment injections off the western Barents shelf, 75°N // *Boreas*, 2003, V. 32, p. 447–461.
4. Lubinski D.J., Polyak L., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara seas since ca 13 ¹⁴C ka: foraminifera and stable isotopes // *Quatern. Sci. Rev.*, 2001, V. 20, p. 1851-1879.
5. Slubowska M.A., Koç N., Rasmussen T.L., Klitgaard-Kristensen D. Changes in the flow of Atlantic water into the Arctic Ocean since the last deglaciation: Evidence from the northern Svalbard continental margin, 80°N // *Paleoceanology*, 2005, V. 20, doi:10.1029/2005PA001141.
6. Иванова Е.В. Глобальная термохалинная циркуляция. Москва, Научный мир, 320 с.

Time series of common benthic foraminiferal species were constructed for the reference sediment cores along the SW-NE transect in the Barents Sea, and compared to foraminiferal, stable isotope and paleotemperature data from the same and other cores in order to highlight paleoenvironmental changes through the Holocene with respect to global variability of climate and Atlantic meridional overturning circulation. Close examination of all data points to a spatial and temporal heterogeneity of the thermal optimum, and Atlantic water input via the southern and northern branches into the Barents Sea.

Е.В. Иванова¹, Л. Бофор², Л. Видадь²

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия,
e-mail: e_v_ivanova@ocean.ru, ²Европейский центр по геонаукам (CEREGE)
ИЦНИ-Университета Марсель III, Экс-ан-Прованс, Франция,
e-mail: beaufort@cerège.fr, vidal@cerège.fr)

**Вариации температуры поверхностной воды
и биопродуктивности в восточной части экваториальной
области Тихого океана: сравнение предпоследнего
и последнего климатических циклов**

E.V. Ivanova, L. Beaufort², L. Vidal²

(¹Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow, Russia; ²CEREGE, Aix en Provence, France)

**Variability of sea-surface temperatures and bioproductivity
in the Eastern Equatorial Pacific: a comparison of penultimate
and last climatic cycles**

Восточная часть экваториальной области Тихого океана – один из районов низких широт, где выявлены как ледниково-межледниковые так и тысячелетние вариации океанологических параметров. Однако, получение количественных оценок затрудняется значительным развитием растворения карбонатных микрофоссилий на больших глубинах. Мы восстановили тысячелетнюю изменчивость среднегодовой, зимней и летней температуры поверхностной воды и продуктивности в течение двух последних климатических циклов по комплексам планктонных фораминифер и кокколитофорид, изученных в верхних 22 м колонки MD02-2529 (8°12.5' с.ш., 84° 07.5' з.д., глубина 1619 м) с хребта Кокос [1]. Средняя скорость осадконакопления за последние 200 тыс. лет составляет 13 см/1000 лет. Сохранность карбонатных микрофоссилий в большинстве образцов достаточно хорошая для количественного анализа. Стратиграфическое расчленение разреза основано на изотопно-кислородных кривых по двум видам бентосных фораминифер и подтверждено масс-спектрометрическими радиоуглеродными датировками [2]. Полученные аналоговым методом по комплексам планктонных фораминифер оценки палеотемпературы существенно различны для двух климатических циклов: интервал предпоследнего оледенения (изотопно-кислородная стадия 6, далее ИКС 6) холоднее, чем интервал последнего оледенения (ИКС 2), а последнее эемское межледниковье (ИКС 5.5) на 1°C теплее, чем голоцен (ИКС 1). На низкую температуру в ИКС 6 указывает аномально высокое для экваториальной зоны содержание подповерхностного холодноводного вида *N. pachyderma* dex., достигавшее 30–40 %. Комплексы планктонных фораминифер ИКС 6 являются безаналоговыми, что снижает надежность палеотемпературной оценки. В конце ИКС 6 содержание *N. pachyderma* dex. резко снижается до полного исчезновения вида в пределах

ИКС 5.5–5.4. В течение последнего климатического цикла амплитуда колебаний содержания вида гораздо меньше, от 20% в ИКС 2 до 5% в ИКС 1. Резкое падение содержания *N. pachyderma* dex. около 140 тыс. лет назад сопровождалось увеличением содержания относительно тепловодного вида *N. dutertrei*, обитающего преимущественно на глубине термоклина. Остальные виды флораминифер не показывают столь резких изменений содержания. Доминирование *G. oceanica* и низкое содержание *F. profunda* в составе комплексов наннопланктона, а также низкое содержание олиготрофных поверхностных видов фораминифер в пределах ИКС 2–3 и ИКС 6 указывают на высокую первичную продукцию. Это скорее всего объясняется подъемом уровня термо- и пикноклина и усилением перемешивания в поверхностном слое под действием пассатов и связанных с ними локальных ветров из Карибского моря, вызывающих прибрежные апвеллинги в Панамском заливе и у побережья Коста-Рики. Напротив, межледниковые условия (ИКС 1 и 5.5) характеризовались низкой первичной продукцией и более устойчивой стратификацией водной толщи в районе станции.

Сопоставление полученных кривых с подобными данными из других районов экваториальной зоны позволило оценить ледниково-межледниковые и тысячелетние вариации широтного и меридионального градиентов палеотемпературы в связи с изменениями широтного наклона уровня термоклина, интенсивности Валкеровской циркуляции и миграциями внутри-тропической зоны конвергенции.

Работа выполнена в рамках российско-французского проекта PICS N 3467/РФФИ грант 06-05-22000-НЦНИ-а.

1. Beaufort L. and the members of the scientific party. MD 126 / IMAGES VIII/ MONA Cruise Report. (IPEV. Les rapports de campagnes a la mer). Ref. OCE/2002/03. 452p.

2. Leduc G., Vidal L., Tachikawa K., Rostek F., Sonzogni C., Beaufort L., Bard E. Moisture transport across Central America as a positive feedback on abrupt climatic changes // Nature. 2007. 445. doi:10.1038/nature05578.

Seasonal and mean-annual SST and bioproductivity variations during the last 200 kyr have been evaluated based on the high-resolution study of coccolithophore and planktic foraminiferal assemblages in the upper 22 m of the IMAGES giant sediment core MD02-2529 from the Cocos Ridge. Remarkable differences are found in planktic assemblages, SST and bioproductivity patterns over the penultimate and last climatic cycles. SST changes in the equatorial region are analyzed and discussed in relation to changes in W-E thermocline tilt and Walker circulation.

Е.Д. Иванова¹, О.Ю. Пшенева², С.А. Горбаренко²

(¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток,

e-mail: ivanova@tig.dvo.ru, ²Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток, e-mail: psheneva@poi.dvo.ru)

**Особенности четвертичных донных сообществ в осадках
Охотского моря**

Ye.D. Ivanova¹, O.Yu. Psheneva², S.A. Gorbarenko²

(¹ Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, ² Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok)

**The feature of the Quaternary benthic community in Okhotsk
Sea sediments**

Бентосные фораминиферы (БФ) представляют одну из самых больших, высокоорганизованных групп простейших организмов, которые широко распространены в Мировом океане. Особенности морфологии и жизненного цикла БФ позволяют использовать их в качестве индикаторов состояния среды в морских экосистемах.

На примере трех глубоководных колонок, отобранных из разных районов Охотского моря, были проведены детальные исследования экоструктуры фоссильных комплексов и изотопного состава кислорода бентосных фораминифер для реконструкции изменений палеосреды бассейна в позднем плейстоцене-голоцене. Бурение велось по российско-германского проекту КОМЕКС в Охотском море. Колонки были отобраны в юго-западной части материкового склона острова Сахалин (**GE 99-10-3**; координаты 48°18.7'с.ш.; 146°08'в. д.; глубина 1335 м; длина колонки 774 см) и в районе южного склона возвышенности Института Океанологии (**LV 28-41-5**; 51°38.908 с.ш.; 149°03.203 в.д.; длина колонки 715 см, глубина 1114 м). Колонка **LV27-2-4** (координаты 54°30'15 с.ш., 144°45'14 в.д.; глубина моря в точке отбора – 1305 м, длина 738 см) была отобрана на северном склоне о.Сахалин к северо-западу от впадины Дерюгина, в зоне повышенных скоростей осадконакопления. Для разработки детальной стратиграфии осадков были использованы результаты изотопного состава кислорода раковин бентосных фораминифер с их последующей корреляцией со стандартной изотопно-кислородной стратиграфией. Выделенные в изученных колонках комплексы БФ по времени своего существования соответствуют основным периодам позднечетвертичной истории развития бассейна и относятся к изотопно-кислородным стадиям (ИКС) 6, 5е, 5 (а-д), 4-2, 1. Следует отметить, что позднелейстоценовые осадки хорошо представлены в колонках **GE99-10-3** и **LV28-41-5**, голоценовые отложения детально представлены в колонке **LV27-2-4**.

Для каждого стратиграфически выделенного интервала отмечаются определенные этапы развития бентосных ассоциаций, что отражено, прежде все-

го, в структуре комплексов. Основной состав комплексов представлен известковыми формами, содержание агглютинированных видов весьма незначительно (<1%). Число выделенных таксонов колеблется от 60 до 115.

Комплексы, сформированные во время ИКС 6, представлены только в колонке LV 28-41-5 и характеризуется невысоким содержанием фауны фораминифер, однако видовой состав комплексов достаточно разнообразен. Следует отметить, что за некоторым исключением, основным доминирующим видом в разрезах является *Alabaminella weddellensis*. Его численность хорошо коррелируется с сезонной первичной продуктивностью и характеризует непостоянное (пульсирующее) поступление на дно свежего, легко разлагаемого фитодетрита. К доминантам относятся также *Discoislandiella umbonatum* и *Uvigerina auberiana*, характеризующие относительно высокое содержание растворенного кислорода в воде. В составе акцессорных видов отмечены типичные представители шельфовых ассоциаций. Такой состав микрофауны позволяет предположить, что формирование осадков во время ИКС 6 шло в условиях незначительного, сезонного поступления на дно органического вещества и активного насыщения придонного слоя кислородом, что характерно для эпох похолодания.

Прослеживается сходство комплексов бентосных фораминифер, соответствующих изотопно-кислородным стадиям 1 и 5. В наиболее благоприятные периоды (терминации 1А, 1Б, подстадия 5е) осадконакопление шло в условиях повышения придонной температуры и активного поступления на дно органического вещества. На изменение температурного режима указывает значительное увеличение численности тепловодного вида *Cassidulina laevigata*, а также появление характерных для Северо-Западной Пацифики видов *Martinottiella bradyana* (Cushman) и *Epistominella exigua*, указывающих на проникновение в охотоморский бассейн в теплые эпохи тихоокеанских водных масс. Об условиях высокой биопродуктивности в это время говорит присутствие вида *Uvigerina peregrina*, представителей рода *Brizalina*, а также инфунальных видов *Cassidulina delicate*, *C. laevigata* и *Valvulineria sadonica*, типичных для условий хорошо вентилируемых донных вод при стабильном поступлении на дно большого количества органического материала. Толерантность этих видов к условиям низкого кислорода (менее 0,1 мл/л), обусловила, очевидно, значительное увеличение их численности в эпохи быстрого потепления климата, когда резкое увеличение биопродуктивности способствовало поглощению большого количества кислорода на разложение органического вещества.

Отложения, сформированные в эпохи похолодания, соответствующие ИКС 4-2 и событию Молодой Дриас, характеризуются неоднородным обедненным составом комплексов и снижением общей численности бентосных фораминифер. Изменения этих параметров обусловлены сменой теплых и холодных стадиялов на фоне всеобщего похолодания климата. Доминантными видами остаются *U. auberiana* и оппортунистический вид *A. weddel-*

lensis, что свидетельствует об относительно высоком содержании растворенного кислорода в воде при эпизодическом сезонном поступлении фитодетрита на дно.

Характеристики комплексов БФ, характеризующих голоценовые отложения, изменялись в соответствии с чередованием потеплений и похолоданий на протяжении этого периода. Отмечается более низкая, чем в дегляциации, общая численность раковин на грамм осадка, замена доминантных видов. Однако, в целом, комплексы микрофауны характеризуют условия хорошо вентилируемых водных масс при стабильном поступлении на дно органического материала.

В результате анализа глубоководных колонок Охотского моря были отмечено значительное уменьшение общей численности БФ (вплоть до их полного исчезновения) в интервалах, содержащих массовое количество вулканических стекол, свидетельствующих о вулканической активности во время формирования соответствующих отложений. Это позволило предположить, что жизнедеятельность донной микрофауны связана не только с климатическими процессами на поверхности акватории, но и с вулканической деятельностью.

The objects of our investigations are the patterns of distribution, abundance, species composition and structure of the fossil microfauna assemblages and its comparison with data on the content of oxygen content and organic carbon. The obtained data also showed the relationship between benthic foraminifera vital functions and volcanic activity.

Т.С. Ключевиткина¹, Е.И. Полякова¹, Х.А. Баух², Х. Кассенс²

(¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический ф-т, e-mail: t.klyuvitkina@mail.ru;

²IFM-GEOMAR, г. Киль, Германия)

**Палеогеографическое развитие моря Лаптевых
за последние 17.5 тыс. календарных лет по данным анализа
водных палиноморф**

T.S. Klyuvitkina¹, E.I. Polyakova¹, H.A. Bauch², H. Kassens²

(¹MSU, Geographical Faculty, Moscow, Russia, ²IFM-GEOMAR, Kiel, Germany)

**Paleogeographical evolution of the Laptev Sea during past
17.5 cal. ka based on aquatic palynomorph assemblages**

Море Лаптевых, расположенное в центральной части арктического шельфа Евразии, играет ключевую роль в формировании ледово-гидрологического баланса Северного Ледовитого океана благодаря обильному речному стоку и формированию льдов зимой в пределах лаптевоморской полыньи. Согласно новейшим данным, во время максимума последнего оледенения шельф моря Лаптевых был осушен и свободен от покровных ледников.

Целью данной работы явились детальные реконструкции пространственно-временных особенностей гидрологических условий в море Лаптевых в ходе постгляциальной трансгрессии. Для палеореконструкций был использован метод анализа водных палиноморф, включающих, в первую очередь, цисты морских динофлагеллат и пресноводные зеленые водоросли [1–5, и др.].

В основу работы положены результаты исследований водных палиноморф в 10 датированных колонках донных осадков, полученных в интервале глубин 21–270 м. Колонками, в соответствии с результатами AMS¹⁴C датирования [6], вскрыты осадки последних 17.5 тыс. кал. лет.

По материалам изучения водных палиноморф в поверхностных осадках моря Лаптевых [2, 3] выполнены исследования распределения значений CD- и АН-критериев, которые использовались для реконструкций поступления речных вод и интенсивности адвекции атлантических вод в море Лаптевых, соответственно.

Результаты изучения водных палиноморф в колонках донных осадков моря Лаптевых позволили выделить следующие палеогеографические события за 17,5 тыс. кал. л.н.:

17,5–13,0 тыс. календарных л.н. Согласно составу ассоциаций водных палиноморф, данный интервал в западной части моря характеризовался максимальной продолжительностью морского сезонного ледового покрова.

13,0–11,2 тыс. календарных л.н. Данный интервал отмечен изменениями палеогидрологических условий в западной части моря Лаптевых, вызванными возросшей интенсивностью адвекции атлантических вод, что выявлено по увеличению доли североатлантических видов в ассоциациях диноцист и значений АН-критерия. 12,3 тыс. кал. л.н. уровень моря достиг со-

временной изобаты 60 м, что устанавливается по появлению диноцист в нижней части колонки PS51/159-10, однако до 11,2 тыс. кал. лет внешний шельф западной части моря Лаптевых находился в области активного воздействия стока рек Анабар и Хатанга. Около 11,3 тыс. кал. л.н. уровень моря достиг современной изобаты 51 м, о чем свидетельствует появление в осадках колонки PS51/135-4 на внешнем шельфе восточной части моря Лаптевых цист динофлагеллат.

11,2–10,3 тыс. календарных л.н. Начиная с 11,2 тыс. кал. л.н. в западной части моря Лаптевых отмечается значительное усиление адвекции атлантических вод. С 11,3 тыс. кал. л.н., атлантические воды оказывают влияние также на гидрологические условия внешнего шельфа восточной части моря Лаптевых [7, 8 и др.]. В пределах палеодолины р. Яны (изобата 51 м), 11,3–10,3 тыс. кал. л.н. высокие скорости осадконакопления, значения CD-критерия, превышающие современные в ~10 раз, а также высокие концентрации зеленых водорослей свидетельствуют о лавинообразном осаждении взвешенных речных наносов [7, 9 и др.], что характерно для внутренней зоны маргинального фильтра сибирских рек [10].

10,3–9,2 тыс. календарных л.н. Данный период характеризуется максимальным влиянием атлантических вод на формирование водных масс в море Лаптевых.

9,2–7,4 тыс. календарных л.н. Около 8,9 тыс. кал. л.н. уровень моря достиг современной изобаты 32 м, и началось затопление мелководного юго-восточного шельфа, о чем свидетельствует появление диноцист в нижней части колонки PS51/092-12. 8,9–8,6 тыс. кал. л.н. в палеодолине р. Лены отмечаются высокие концентрации зеленых водорослей, высокие скорости осадконакопления и низкая соленость поверхностных вод (<9; [11]). Следовательно, в этот период в палеодолине р. Лены происходило лавинообразное осаждение речной взвеси в условиях внутренней зоны маргинального фильтра.

7,4 тыс. календарных л.н. – современность. В западной части моря Лаптевых постоянные значения CD-критерия дают основание полагать, что сток рек Анабар, Хатанга и Оленёк существенно не менялся на протяжении последних 7 тыс. кал. л.н. На внешнем шельфе западной части моря с 7,0 тыс. кал. л.н. доминируют цисты холодноводных динофлагеллат, а в районе континентального склона – североатлантические виды. В восточной части моря происходят короткопериодные изменения интенсивности стока р. Лены через основные протоки её дельты [12].

Исследования выполнены при финансовой поддержке российско-германской Лаборатории полярных и морских исследований им. О.Ю. Шмидта, Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант 06-05-65267), Гранта Ученого Совета Географического факультета для молодых исследователей 2007-2009 г. и ИНТАС (грант 03-51-6682).

1. *Mudie P.J., Head M.J., Wrenn J.H.* (eds.) Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. Dallas. 1992. P. 347–390.
2. *Kunz-Pirrung M.* Berichte zur Polarforschung. 1998. 281. P. 1–117.
3. *Kunz-Pirrung M.* Land–Ocean System in the Siberian Arctic: Dynamics and History, Kassens H, Bauch H.A., Dmitrenko I, Eicken H, Hubberten H.W., Melles M, Thiede J, Timokhov L (eds). Springer-Verlag: Berlin. 1999. P. 561–575.
4. *Matthiessen J., Kunz-Pirrung M., Mudie P.J.* International Journal of Earth Sciences. 2000. № 89. P. 470–485.
5. *Kunz-Pirrung M., Matthiessen J., de Vernal A.* Journal of Quaternary Science. 2001. № 16(7). P. 711–716.
6. *Bauch H.A. et al.* Global Planetary Change. 2001. № 31. P. 125–139.
7. *Polyakova Ye.I., Bauch H.A., Klyuvitkina T.S.* Global and Planetary Change. 2005. № 48. P. 208–222.
8. *Клювиткина Т.С.* Деп. ВИНТИ № 1512–В2006 от 06.12.06, Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5, географ. № 2. М., 2007. 26 с.
9. *Клювиткина Т.С., Bauch H.A.* Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 911–921.
10. *Лисицын А.П.* Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 735–747.
11. *Bauch H.A., Polyakova Ye.I.* Paleocyanography. 2003. № 18 (2). P. 501–510.
12. *Polyakova Ye.I., Klyuvitkina T.S., Golovkina E.A., Bauch H.A., Kassens H.* Polarforschung. 2006. Vol. 75 (2-3). P. 83–90.

We carried out investigations of fossil aquatic palynomorph assemblages from the Laptev Sea sediments dating back to approximately 17.5 cal. ka. Using aquatic palynomorphs as principal proxy the major stages of development of postglacial environments in the Laptev Sea were reconstructed.

С.А. Корсун, Е.С. Хоменко, М. Хальд

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail: s_korsun@ocean.ru;
Санкт-Петербургский госуниверситет; Университет Тромсе, Норвегия)

**Событие 8,200, запечатленное в архиве донных отложений
арктического фиорда Фон Мийен, Шпицберген**

S. Korsun¹, L. Khomenko², M. Hald³

(¹Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

²St.Petersburg University, Russia; ³University of Tromsø, Norway)

**The 8200 cal. yr BP event reflected in the arctic fjord
Van Mijenfjorden, Svalbard**

Детально стратиграфическое изучение грунтовой колонки высокого разрешения из Фон Мийен фиорда на Шпицбергене выявило два эпизода обле-
чения изотопно-кислородного состава раковин бентосных фораминифер ве-
личины 0.4 ‰ и 0.2-0.3 ‰, датируемые 8,200 и 8,450 календарных лет на-
зад. Эти негативные экскурсии $\delta^{18}\text{O}$ в комбинации с изменениями состава
фауны фораминифер и концентрации донного каменного материала указы-
вают на существенные изменения палеоокеанологической обстановки в фи-
орде, в том числе снижение солёности придонной воды, увеличение кон-
центрации морского льда и снижение биологической продуктивности.
Верхний из обнаруженных нами пиков имеет тот же возраст и продолжи-
тельность (около 100 лет), что и изотопно-кислородная аномалия, датируе-
мая 8,200 календарных лет назад в ледовых кернах GISP2 и NGRIP Грен-
ландского ледникового щита. Нижний пик, датируемый 8,450 календарных
лет назад, по времени соответствует началу катастрофической разгрузки
подпрудного ледникового озера Агасси в Северной Америке. Таким обра-
зом, палеоокеанологические данные по Фон Мийен фиорду поддерживают
гипотезу, которая трактует событие 8,200 как ответ климатической системы
на ослабление североатлантической меридиональной циркуляции, для кото-
рого, в свою очередь, триггером послужил сброс большого объема пресной
воды. Ослабление североатлантической меридиональной циркуляции при-
вело к уменьшению притока Атлантической воды в изученный фиорд и со-
ответственному увеличению поступления менее солёной Арктической воды.

Detailed stratigraphic investigations of a high resolution sediment core from
the Arctic fjord, Van Mijenfjorden, Svalbard, reveal significant reductions in ben-
thic foraminiferal $\delta^{18}\text{O}$ of 0.4 ‰ and 0.2–0.3 ‰ dated to respectively ca. 8200
and 8450 cal. yr BP. These reductions, combined with changes in the benthic fo-
raminiferal fauna and IRD, indicate substantial changes in the hydrography of the
fjord such as freshening of the bottom water, enhanced sea ice distribution and
reduced biogenic production. The age and duration (~100 years) of the youngest
event is directly in phase with the 8200 cal. anomaly in the $\delta^{18}\text{O}$ record GISP2

and NGRIP of the Greenland Ice Sheet. The changes around 8450 cal. yr BP compares well to the timing of the initial freshwater drainage of the proglacial Lake Agassiz. Therefore the proxy record of Van Mijenfjorden lends support to the theory, explaining the 8,200 cal. yr event as a cumulative response to a freshwater forced reduction in the meridional overturning circulation in the North Atlantic. A reduction in the MOC may have changed the oceanic inflow to the fjord towards reduced influence of Atlantic Water and increased in dominance of fresher Arctic Water.

А.И. Крохмаль

(Институт геологических наук НАН Украины, ул. О. Гончара 55-б, 01601 ГСП,
г. Киев, Украина, E-mail: krohma11959@mail.ru)

Точка прямой корреляции средненеоплейстоценовых морских и континентальных отложений юго-запада Русской равнины

A.I. Krokhmal

(Institute of Geological Sciences of NAS Ukraine, 55-b Gonchara str., 01601 GSP, Kiev)

Point of direct correlation of Middle Neopleistocene marine and continental deposits of south-west of the Russian plain

Лиманно-аллювиальные осадки опорного разреза древнеэвксинской террасы юго-западного Причерноморья у с. Озерное являются точкой прямой корреляции морских и континентальных (аллювиальных) отложений. Это обусловлено совместным нахождением в них остатков моллюсков и мелких млекопитающих плейстоценового возраста. Субаквальные отложения представлены двумя толщами осадков, с древнеэвксинскими солоноватоводными и пресноводными моллюсками. Нижнюю толщу венчают глины озерного генезиса. Малакофауна из серых разнотекстурных песков с прослоями суглинков, залегающих под озерными отложениями (нижний горизонт террасы), описана Н.Н. Трашук [1], К.Д. Михайлеску и др. [2]. Здесь представлены *Didacna pontocaspia* Pavl., *D. nalivkini* Wass., *D. poratica* Mih., *D. pallasii* Grav., *Dreissena polymorpha* Pall., *Corbicula fluminalis* Müll. и другие виды. Необходимо отметить, что из этого слоя ни одним из авторов не описаны представители рода *Viviparus*, хотя они хорошо представлены в вышележащих озерных глинах. По другим видам моллюсков наблюдается отличия в формах, приведенных этими авторами. Так, Н.Н. Трашук описывает два вида вальват и *Pisidium amnicum* не отмеченных П.Д. Михайлеску [3]. Последним автором описаны представители родов *Lithoglyphus*, *Sphaerium* и некоторых видов дидакн, не приведенных в списке малакофауны Н.Н. Трашук.

К этому горизонту также приурочено местонахождение микротериофауны Озерное 2 (в скобках – количество остатков) [4]: *Ochotona* sp. (3), *Prolagus oeningensis* König. (1), *Pliolagomys danubialis* Toporacevskii et Skorik (2), *Spalax* sp. (10), *Cricetus* sp. (3), *Allocricetus* sp. (1), *Spermophilus* sp. (31), *Clethrionomys glareolus* Schreber (2), *Villanyia fejervaryi* Korm. (5), *Prolagurus posterius* Zazhigin (1), *Lagurus transiens* Janos. (4), *L. lagurus* Pall. (16), *Eolagurus luteus* Eversm. (6), *Mimomys intermedius* Newt. (10), *Mimomys hintoni* Felf. (1), *Arvicola mosbachensis* Schmidt. (13), *Microtus gregaloides* Hinton. (5), *M. oeconomus* Pall. (2), *M. arvalidens* Kretz. (5), *M. arvalinus* Hinton. (22).

В серых лиманных песках с линзами гравелитов (верхний горизонт террасы), перекрывающих озерные глины, описаны *D. pontocaspia*, *D. nalivkini*, *D. poratica*, *Monodacna caspia* Eichw., *Dr. polymorpha*, *C. fluminalis*. В верхней части этого горизонта преобладают *Viviparus aethiops* Par., *V. rhodensis* Busk., *V. subcontectus* Pavl., *V. acerosus* и другие виды, указывающие на опреснение водоема [1, 3]. Характерным для этих отложений является появление четырех видов вивипарусов, исчезновение *D. pallasi*, *Fagotia acicularis* Fer.

Пресноводные моллюски древнеэвксинского возраста из разреза у с. Озерное приведены в монографии П.Ф. Гожики [5].

В местонахождении Озерное 1 найдены [6]: *Sorex* sp. (3), *Lepus* sp. (3), *Ochotona* sp. (3), *Allactaga* sp. (3), *Spalax* sp. (7), *Cricetus* sp. (3), *Allocrietus* sp. (1), *Spermophilus* sp. (39), *Sicista subtilis* Pall. (1), *Micromys minutus* Pall. (1), *Clethrionomys glareolus* Schreber (2), *Villanyia fejevaryi* Korm. (2), *Lagurus transiens* Janos. (3), *L. lagurus* Pall. (38), *Eolagurus luteus* Eversm. (13), *Mimomys intermedius* Newt. (2), *Mimomys pusillus* Mehely (3), *Arvicola chosaricus* Aleksandrova (23), *Allophaiomys pliocaenicus* Korm. (1), *Microtus oeconomus* Pall. (13), *M. gregalis* Pall. (16), *M. arvalis* Pall. (33).

Как видно из описания, обе толщи террасы начинаются осадками солончатого бассейна, а заканчиваются отложениями пресного водоема. Необходимо отметить, что контакт между нижней и верхней толщами несет следы интенсивного размыва (эрозии).

Таксономический и детальный морфометрический анализ костного материала из двух горизонтов террасы позволяет говорить о существенной разнице в возрасте микротериофаун. Это указывает, следовательно, и на различный возраст сопутствующей ей фауны моллюсков и вмещающих костные остатки отложений. Так как возраст териоассоциации Озерное 2 – начало среднего неоплейстоцена (раннесингильские фауны), а мелких млекопитающих верхней толщи (Озерное 1) – конец первой половины среднего неоплейстоцена (ранние хазарские фауны), можно утверждать, что отложения двух горизонтов лиманно-аллювиальной террасы у с. Озерное относятся к двум разным трансгрессиям древнеэвксинского моря. Столь продолжительный временной интервал между трансгрессиями (примерно 100 тыс. лет), обозначенный в разрезе эрозионной границей, указывает, вероятно, на довольно продолжительный этап субаэрального осадконакопления в данном регионе. Верхняя стратиграфическая граница субаквальных осадков отбивается по отложениям днепровского горизонта, представленного в разрезе толщей лессовидных суглинков.

Таким образом, основываясь на изучении микротериофауны, время первой древнеэвксинской трансгрессии, зафиксированной в разрезе Озерное осадками нижней толщи, мы можем коррелировать с ранним ливниным. Формирование отложений верхней толщи субаквальных осадков происхо-

дило уже в конце лихвинского межледниковья, возможно даже, в начале эпохи днепровского оледенения.

1. *Трацук Н.Н.* Морські плейстоценові відклади Причорномор'я Української РСР. К.: Наук. думка, 1974. 152 с.

2. *Михайлеску К.Д., Маркова А.К., Чепалыга А.Л. и др.* Биостратиграфия опорного разреза (лектостратотипа) древнеэвксинских отложений у с. Озерное // Бюл. Комис. по изуч. четверт. периода. АН СССР. 1991. № 60. С. 29–40.

3. *Михайлеску К.Д., Маркова А.К.* Палеогеографические этапы развития фауны юга Молдовы в антропогене. Кишинев: Штиинца, 1992. 312 с.

4. *Рековец Л.И.* Мелкие млекопитающие антропогена юга Восточной Европы. К.: Наук. думка, 1994. 370 с.

5. *Гожик П.Ф.* Пресноводные моллюски позднего кайнозоя юга Восточной Европы. К., 2006. Ч. 1. 280 с.

6. *Крохмаль А.И.* Стратиграфия и корреляция древнеэвксинских отложений северо-западного Причерноморья по микротериологическим данным // Геол. ж. 1999. № 1. С. 81–86.

A fauna of small mammals and molluscs from the subaquatic deposits of site at vill. Ozeroye is brought. The important value of microteriofauna for direct correlation of marine and continental deposits of Pleistocene is shown.

Д.Д. Кузнецов, Д.А. Субетто, Т.В. Сапелко, А.В. Лудикова
(Институт озероведения РАН, СПб., e-mail: dd_kuznetsov@mail.ru)

**Новые данные по Балтийско-Ладожскому соединению
в позднем голоцене по палеолимнологическим данным**
D.D. Kuznetsov, D.A. Subetto, T.V. Sapelko, A.V. Ludikova
(Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg)

**Baltic Sea – Ladoga Lake Connection in the Late Holocene –
New Data from the Lakes Sediments of Karelian Isthmus**

До сегодняшнего времени история Балтийско-Ладожского соединения в голоцене остается дискуссионной. Институт озероведения РАН в течение ряда лет проводил исследования в северной части Карельского перешейка и в Западном Приладожье, направленные на реконструкцию палеостока из Ладожского озера и природно-климатических изменений в этом регионе. Были отобраны керны донных отложений озер Макаровское (11,6 м над у.м.) и Ламское (14,2 м над у.м.), расположенных по обеим сторонам современного Балтийско-Ладожского водораздела (15,4 м над у.м.), и озера Узловое (13 м над у.м.), расположенного в северо-западном Приладожье (рис. 1). Донные отложения были литостратиграфически описаны, датированы радиоуглеродным методом, проанализированы на содержание органического вещества, на основе потерь при прокаливании (ппп); были проведены спорово-пыльцевой и диатомовый анализы.

Донные отложения Узлового озера, расположенного в северо-западном Приладожье, представлены по разрезу снизу вверх светло-бурыми илами, формировавшихся в условиях залива крупного водоема – Ладожского озера. Выше, на глубине 5,39–5,44 м расположен горизонт, представленный светло-серой гиттией, который интерпретируется как переходный горизонт, сформированный в период падения уровня Ладожского озера и обособления водоема. Выше по разрезу идут отложения собственно Узлового озера, представленные темно-бурой однородной гиттией. Нижние 39 см этого горизонта представлены черной слоистой гиттией, а верхние 37 см представлены серо-бурой гиттией с четкой нижней границей. В ладожских отложениях ППП колеблются в пределах от 8 до 13% с общей тенденцией к росту. Далее следует резкое падение до 7% и последующий рост до 17%. Минимальные значения ППП соответствуют переходному горизонту от ладожских отложений к собственно озерным, который сформировался приблизительно около 3700 л.н. Далее вверх по разрезу значения ППП изменяются в пределах 17–24 % с небольшими флуктуациями и тенденцией к росту. Верхний горизонт, представленный серо-бурой гиттией, начал формироваться около 2000 л.н. В это время происходит резкое падение содержания органического вещества в донных отложениях (ППП падают до 8%), после чего наблюдается небольшой рост, продолжающийся до настоящего времени



Рис. Местоположение исследованных озер.

(ППП растут до 11%), что объясняется увеличением антропогенной нагрузки на территорию водосбора, связанную с распашкой прилегающей к озеру территории.

В результате литостратиграфического изучения кернов донных отложений озер Макаровское и Ламское установлена схожесть их строения. В основании разрезов донные отложения представлены средне-крупнозернистыми песками. Этот тип отложений, скорее всего, формировался в проточных условиях и связан с существованием на этом месте Хейниокского пролива. Выше по разрезу расположен переходный горизонт мощностью 5–6 см, представленный глинистой гиттией в Макаровском озере и глинистым алевроитом с примесью песка в Ламском озере. Эти отложения откладывались в период, когда сообщение между бассейнами Балтики и Ладоги постепенно прекращалось. Замыкает разрез горизонт (около 2 м) темно-бурой гиттии, сформированной во время обособленного положения озер друг от друга. Начало формирования гиттии по данным радиоуглеродного анализа приходится примерно на 3000–4000 л.н. Для донных отложений Ламского озера характерно довольно равномерное содержание органического вещества по разрезу, где потери при прокаливании составляют около 25% по всему разрезу. В донных отложениях Макаровского озера, принадлежащего ладожскому бассейну, картина несколько иная. Если в горизонте 1,40–2,85, представленной темно-бурой гиттией, ППП варьирует в пределах 20–25%,

то в верхней части разреза, представленной жидким сапропелем с большим количеством неразложившихся макроостатков, ППП возрастают и достигают 50%. Это свидетельствует об усилившихся процессах эвтрофикации вследствие падения уровня озера, вызванного перестройкой всей гидрографической сети Карельского перешейка в 18–19 вв.

Результаты диатомового анализа позволяют выделить две основные стадии развития этих озер. В составе диатомовых комплексов ранней стадии отмечены диатомеи, характерные для крупных глубоководных олиготрофных бассейнов. Такие виды, как *Aulacoseira islandica*, доминирующая в составе диатомовых комплексов Ладожского и Онежского озер начиная с позднеледниковья, *Cyclotella radiosa*, *C. schumannii*, *Navicula aboensis*, *N. jaernefeltii* и *N. jentzschii* типичны для ископаемой диатомовой флоры Ладожского озера. Следующая стадия развития исследуемых озер характеризуется исчезновением «ладожских» видов из состава диатомовых комплексов и связана с прекращением связи с Ладожским озером.

Палинологическое исследование донных отложений выявило последовательные этапы развития растительного покрова на протяжении среднего и позднего голоцена в районе северо-западного Приладожья и в суббореальном и субатлантическом периодах в районе Хейниокского пролива. При этом выявлено достаточно раннее антропогенное воздействие на территории водосбора.

Работа выполняется при поддержке РФФИ (проект № 07-05-01115а).

Bottom sediments from the lakes Uzlovoe, Makarovskoe and Lamskoe (Karelian Isthmus) were studied. New data relating to Baltic Sea – Ladoga Lake connection in the Holocene are discussing.

Л.В. Леонова¹, Э.А. Королев², А.А. Галеев², В.П. Каверина¹

(¹Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург,
e-mail: lvleonova@yandex.ru, soroka@igg.uran.ru, ²КГУ, геологический факультет,
Казань, e-mail: akhmet.galeev@ksu.ru)

Ископаемый оазис на краю базальтового поля

L.V. Leonova¹, E.A. Korolev², A.A. Galeev², V.P. Kaverina¹

(¹Institute of Geology and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Ural Branch,
Ekaterinburg, ²Kazan State University, Kazan)

Fossil oasis at the edge of basalt field

В толщах пород Уральского региона находки бентосной макрофауны, населявшей холодноводные пригидротермальные оазисы, редки и непредсказуемы, поэтому ископаемые биоценозы такого типа в настоящее время изучены слабо. В частности, исследуемое захоронение было случайно обнаружено любителем камня В.В. Аксёновым в отработанном дорожно-строительном карьере около п. Бичур (Восточный склон Среднего Урала, Артемовский р-н). По комплексу палеобиоты установлен относительный геологический возраст – карбон, а специфика фациальной обстановки, вмещающих пород и особенности захоронения органогенных остатков свидетельствуют о том, что эта палеобиота принадлежала экосистеме холодноводного газо-флюидного высачивания, приуроченного к краевой части базальтового придонного излияния.

Геологическая характеристика и взаимоотношение пород, вскрытых карьером следующие: в северной части по бортам ручья обнажены в коренном залегании массивные темно-зеленые базальты. Они сменяются сильно трещиноватыми разностями, которые перекрыты массивными базальтами с редкими миндалинами. Стратиграфически выше расположены миндалекаменные базальты, чередующиеся с подушечными разностями, подушки имеют эллипсовидный облик и скорлуповатую отдельность.

В центре карьера вскрыты миндалекаменные базальты (миндалины 1–5 см, заполнены хлоритом, голубоватым халцедоном с вкрапленниками железо-марганцевых минералов, кальцитом, агатом, аметистом, раухтопазом). В юго-западной части карьера базальты несут следы гидротермальных изменений и сильного ожелезнения. К ним приурочены подушковидные образования красного цвета, вероятно, гидротермального генезиса, плотные с кристаллами микроклина (2 мм) или коричневые с многочисленными миндалинами, заполненными белым кварцем. По латерали измененные базальты сменяются силицитами (видимая мощность до 1–2 м), в которых встречаются фоссилии бентосной макрофауны.

Эта порода представляет собой тонкодисперсную кристобалит-халцедоновую массу, зеленую окраску которой придает двухвалентное железо. В ней без гравитационной сортировки встречаются окатанные гальки кварца и скопления песка, дресва базальтов, а также зерна гранатов, ставро-

литов и титаномагнетита. По-видимому, генетически эти силициты представляют собой продукцию гальмиролиза и гидротермальной проработки базальтов, смешанных с фоновым осадком.

Следует отметить, что во вмещающей породе все органогенные остатки, первоначально имевшие карбонатный или хитиновый состав, представляют собой псевдоморфозы минералов SiO_2 . В захоронении фоссилии макрофауны встречаются чаще всего *in situ*, реже – в виде обломков или частично растворенных фрагментов. Степень сохранности всех окаменелостей – превосходная, что свидетельствует о высоких скоростях фоссилизации органогенных остатков.

Анализ комплекса палеобиоты показал, что в ископаемом биоценозе доминировали кораллы – ругозы кустисто-ветвистого облика, принадлежавшие одному видовому таксону. Часто встречаются раковины двусторчатых моллюсков и остатки ветвистого проблематика, нарастающего на скелеты ругоз. Реже встречаются раковины гастропод, трубки червей и колонии мшанок, единичны находки створок замковых брахиопод и рудистов.

Наиболее уникальны кустисто-колосовидные постройки ругоз в прижизненном положении, благодаря высокой вязкости субстрата как бы «зависшие» в пустотах газовых пузырей. Иногда эти полости частично или полностью заполнены халцедоном-сердоликом.

Ветвистый проблематик, распространенный несколько меньше ругоз, имеет сложное морфологическое строение: основание представляет собой инкрустирующую пленку различной толщины, иногда слоистую, с губчатой структурой и бугорчатой поверхностью с ветвистыми незакономерно расположенными выростами. Это полые трубки (в основании до 1 см), без перегородок, разветвляющиеся на более тонкие трубчатые элементы, заполненные (по данным рентгеноструктурного анализа) кристобалит-опаловой тонкодисперсной ассоциацией, но более отфильтрованной, чем вмещающая порода. Ориентируясь на морфологическое строение, установить таксономический ранг проблематика сложно: либо это представитель растений (высшие водоросли) либо животных (гидроидные полипы, губки).

В настоящее время к решению этой проблемы можно приблизиться, используя различия в парамагнитных свойствах углеродных радикалов ископаемых органических веществ растительного и животного происхождения, выявляемые методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [1]. Так, захороненное органическое вещество в процессе естественного изменения (деструкции) проявляет способность к образованию и стабилизации таких радикалов в молекулярной структуре. Эмпирически установлено, что углеродные радикалы ископаемых органических веществ могут сохраняться длительное время после консервации в матрицах органогенных минералов [2].

Процесс вторичного замещения этих минералов приводит к разрушению или вымыванию органического вещества, и уничтожению радикалов орга-

ногенного углерода. Однако при сравнительно высоких скоростях псевдоморфоз остатки органического вещества (радикалы) могут и сохраниться.

В исследуемых нами образцах, взятых отдельно из губчатого основания и трубчатых частей, наблюдались сигналы ЭПР органических углеродных радикалов, характерные для остатков животного происхождения. Таким образом, проблематичные фоссилии можно отнести к представителям царства животных.

Анализ изменений среднего размера области когерентного рассеяния кристаллов халцедона во вмещающей породе, стенках и во внутренних полостях трубок позволил установить заметное различие в интенсивности преобразования низкотемпературного кристобалита в халцедон во вмещающей породе и органогенных остатках. За один и тот же промежуток времени в осадке он перекристаллизовался интенсивнее, чем в субстрате, заполнившем внутреннюю полость трубки. Это может объясняться тем, что осадок содержал наибольшее количество затравок – центров кристаллизации. Более медленный процесс перекристаллизации субстрата в полостях может свидетельствовать о замкнутом строении и специфической микроструктуре стенок организма, изолировавших внутренние полости от проникновения инородных частиц-затравок.

Наименьшая скорость перекристаллизации характерна для стенок трубок, которые могли быть хитиновыми и менее проницаемыми, чем карбонатные. Замещение вещества здесь шло с сохранением исходной структуры, что в последующем затруднило перекристаллизацию кристобалита.

1. Муравьев Ф.А., Винокуров В.М., Галеев А.А., Булка Г.Р., Низамутдинов Н.М., Хасанова Н.М. Парамагнетизм и природа рассеянного органического вещества в пермских отложениях Татарстана // Георесурсы. 2006. № 2 (19). С. 40–45.

2. Вотяков С.Л., Галеев А.А., Галахова О.Л., Леонова Л.В., Ильиных А.С. ЭПР как метод исследования органической компоненты биогенных карбонатных пород (на примере строматолитсодержащих пород рифея Южного Урала) // Ежегодник-2005. Екатеринбург. 2006. С. 39–47.

Fossilized benthos inhabitant of cold seep oasis at the edge of underwater basaltic lava flow was studied by the use of paleontological and mineralogical methods. Among the parent forms of burial organic matter are the vegetable and the animal kingdoms which were identified from EPR spectra of carbon centered free radicals. Peculiarities of mineral substitutions within the fossils and country rock are analyzed.

А.Г. Матуйль¹, И.Г. Юшина¹, А. Абельман²

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: amatul@ocean.ru, yushina@ocean.ru; ²Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера, Бремерхафен, Германия, e-mail: aabelmann@awi.de)

Палеотемпература воды Охотского моря в оптимуме раннего голоцена

A.G. Matul¹, I.G. Yushina¹, A. Abelman²

(¹P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow; ²Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany)

The water paleotemperature in the Sea of Okhotsk during the Early Holocene optimum

Реконструкция четвертичной палеотемпературы воды в Охотском море встречает ряд трудностей, связанных, в основном, со своеобразием гидрологической структуры бассейна (наличие подповерхностного дихотермального слоя, сильная пространственная гетерогенность и т.д.). Сложно выстроить "гладкую" линейную или квадратичную функцию зависимости распределения микрофоссилий от температуры, поэтому обычные приемы факторного анализа не дают хороших результатов. Сплайновая интерполяция позволяет приблизиться к решению данной проблемы, используя все множество первичных данных по микрофоссилиям из поверхностного слоя осадков бассейна.

Материал исследования: а) процентное содержание 31 таксона радиолярий в 31 пробе поверхностного слоя осадков как современная основа реконструкций, б) процентное содержание тех же таксонов в 11 колонках осадков, полученных по международным проектам KOMEX и IMAGES. Для реконструкций привлечены сведения по распределению радиолярий за последние 30 тысяч лет, когда видовой список фауны стал аналогичен нынешнему. Для ранних интервалов палеорекострукции теряют достоверность, т.к. там обнаруживается целый ряд вымерших видов, по которым нет экологической информации.

В качестве примера мы приводим реконструкцию палеотемпературы для уровня 9000 календарных лет назад внутри регионального оптимума голоцена, который в континентальном Китае и дальневосточных морских акваториях охватывает интервал от 10000 до 6000 лет назад [1]. Раннеголоценовый оптимум связан с резким усилением восточноазиатского летнего муссона: муссон достиг максимального распространения над северо-восточным Китаем как раз 9000 лет назад [2]. Определение данного временного уровня в наших колонках осадков сделано по корреляции записей радиолярий с колонкой KOMEX LV28-4-4, для которой имеются радиоуглеродные датировки, а также по обнаружению ранее датированных прослоев вулканического пепла K₀ и TR с возрастом 7800–8000 лет. Изучение условий оптимума го-

лоцена может улучшить понимание изменений, связанных с глобальным потеплением.

Итоговый параметр реконструкций – температура воды в августе, когда наблюдается максимальное развитие радиолярий в планктоне Охотского моря. В современном Охотском море основная зона обитания радиолярий – верхние 400–500 м. Мы выбрали глубинные уровни, на которых отмечены свои комплексы видов или отдельные характерные виды радиолярий. Результаты палеореконовструкций приведены на рисунке.

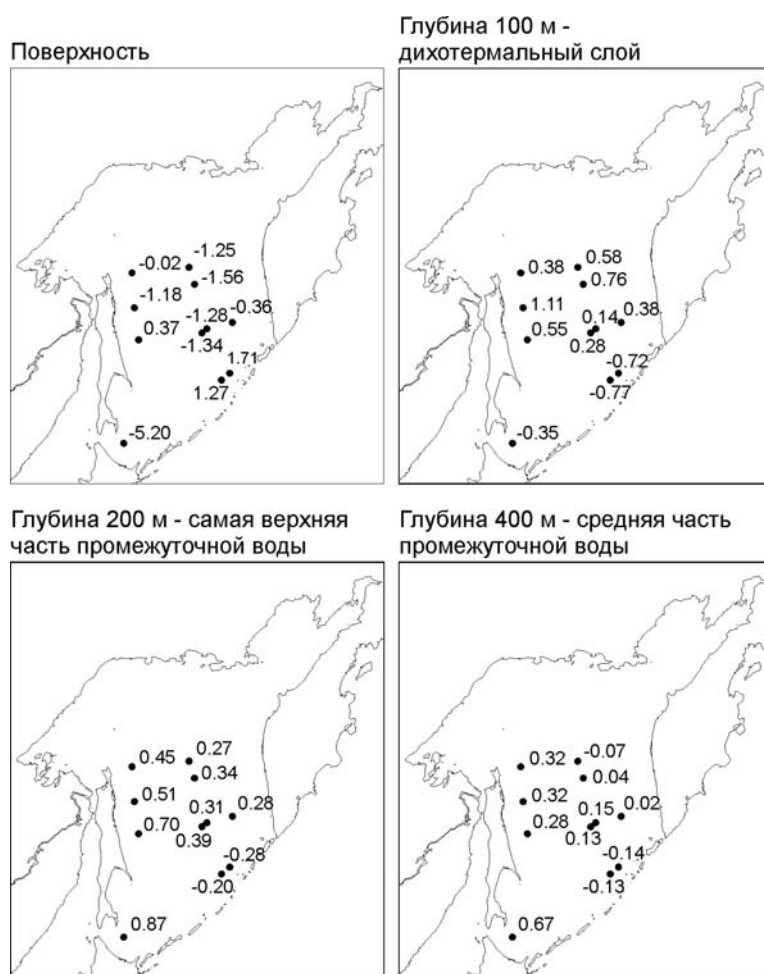


Рис. Отклонение палеотемпературы воды в Охотском море на уровне 9000 лет назад по сравнению с современными значениями.

Палеоситуация на поверхности. На большей части моря температура была ниже нынешней. В момент оптимума 9000 лет назад произошел сброс пресной и холодной воды при резком разрушении вечной мерзлоты, что вызвало приповерхностное охлаждение, зафиксированное, например, в реконструкции палеотемпературы по алкенонам [3]. Кроме того, еще не началось поступление теплой воды из Японского моря, т.к. уровень Мирового океана не достигал дна пролива Лаперуза. Поверхностная тихоокеанская вода, поступавшая в юго-западную часть моря, была заметно теплее.

Палеоситуация на глубинных горизонтах. Дихотермальный слой на глубине 100 м, который летом сохраняет зимнюю температуру, был теплее. Промежуточная вода в слое 200–400 м также имела более высокую температуру, отразив меньшее зимнее охлаждение шельфовой воды как своего важнейшего источника. Подповерхностная и промежуточная вода из соседнего Тихого океана была холоднее; возможно, глубинные горизонты на открытых океанских акваториях еще не испытали значительного последственного прогрева в начале голоцена.

Выявленные палеотемпературные вариации могут говорить о том, что потепление климата во время оптимума раннего голоцена в Охотском море проявилось, в первую очередь, как смягчение зимних условий, а усиление летнего муссона отразилось большей частью в повышении температуры приходящей поверхностной тихоокеанской воды.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке по программам Минпромнауки РФ ФЦП "Мировой океан" и Президиума РАН "Мировой океан: геология".

1. Zhou W., Yu X., Timothy Jull A.J. et al. High-resolution evidence from southern China of an early Holocene optimum and a mid-Holocene dry event during the past 18,000 years // *Quaternary Research*. 2004. V. 62. P. 39–48.

2. An Z., Porter C.P., Kutzbach J.E. et al. Asynchronous Holocene optimum of the East Asian monsoon // *Quaternary Science Reviews*. 2000. V. 19. P. 743–762.

3. Ternois Y., Kawamura K., Oncouchi N., Keigwin L. Alkenone sea surface temperature in the Okhotsk Sea for the last 15 kyr // *Geochemical Journal*. 2000. V. 34. P. 283–293.

We reconstructed the summer (August) sea paleotemperature for the water depths of 0, 100, 200, and 400 m. Reconstructions are based on the factor analysis and spline interpolation of the radiolarian data. Warming in the Sea of Okhotsk during the regional Early Holocene optimum occurred basically as the milder winter environments. An increase of the summer monsoon was reflected in the higher temperature of the incoming surface Pacific water.

**И.О. Мурдмаа¹, Е.В. Иванова¹, Л. Бофор², В.И. Пересыпкин¹,
Е.А. Ямскова¹, Т.Г. Кузьмина¹, В.А. Кравцов³**

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, e-mail: murdmaa@mail.ru, e_v_ivanova@ocean.ru, peresypkin@ocean.ru, ameli_cat@mail.ru, ²Европейский центр по геонаукам (CEREGE) ИЦНИ-Университета Марсель III, Экс-ан-Прованс, Франция, e-mail: beaufort@cerge.fr)

Накопление терригенного и планктоногенного органического вещества на хребте Кокос (восточная часть экваториальной зоны Тихого океана) в течение последних 70 тыс. лет

**I.O. Murdmaa¹, E.V. Ivanova¹, L. Beaufort², V.I. Peresypkin¹,
E.A. Yamskova¹, T.G. Kuzmina¹, V.A. Kravtsov³**

(¹Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia, ²CEREGE, Aix-en-Provence, France, ³Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad, Russia)

Accumulation of terrestrial and marine organic matter on the Cocos Ridge (Eastern Equatorial Pacific) during the last 70 ka

Восточная часть экваториальной зоны Тихого океана, включая Панамскую и Гватемальскую котловины с разделяющим их хребтом Кокос, известна как область высокой для открытого океана биопродуктивности и повышенного содержания в осадках органического вещества. Как пространственные, так и временные вариации концентрации, а также скоростей накопления $S_{орг.}$ в многочисленных колонках и нескольких скважинах глубоководного бурения до сих пор интерпретировались однозначно как результат изменения биопродуктивности. Наши новые данные вносят некоторые коррективы в эти устоявшиеся представления.

В пологой впадине на хребте Кокос, вблизи его стыка с континентальным склоном Центральной Америки, в точке с координатами 8°12.5' с.ш., 84° 07.5' з.д., (глубина 1619 м) экспедицией MONA на НИС «Марион Дюфрен» поднята сверхдлинная (35 м) колонка MD02-2529. Она вскрыла разрез (возрастом от 0 до 300 тыс. лет) внешне довольно однородных гемипелагических илов [1]. Мы провели комплексные микропалеонтологические (планктонные и бентосные фораминиферы, кокколиты), геохимические ($S_{орг.}$, $CaCO_3$, полный силикатный, n-алканы, азот, фосфор) анализы верхних 12 м разреза. Согласно возрастной модели, составленной по изотопно-кислородным данным и масс-спектрометрическим радиоуглеродными датировкам [2], изученная часть разреза соответствует последним 70 тыс. лет, т.е. изотопно-кислородным стадиям (ИКС) 1–4. Рассчитанная по этой модели средняя скорость осадконакопления составляла 13 см/1000 лет.

Полные силикатные анализы (рентгено-флюоресцентный метод) показывают однородность основной алюмосиликатной (преимущественно глинистой) составляющей осадков. Она характеризуется низкими величинами

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, что, вероятно, отражает состав тропических кор выветривания. Значительные вариации содержания CaO в противофазе с остальными окислами объясняются изменениями содержания биогенного CaCO_3 , представленного кокколитами и фораминиферами. Концентрация $C_{\text{орг.}}$ по нашим анализам, согласующимся с данными, приведенными в диссертации Г. Ледюка [3], довольно высокая (в среднем около 2%) и испытывает существенные колебания по разрезу (1,76–3,4%). Природу этих колебаний помогают раскрыть спектры н-алканов,

Оказалось, что в трех пробах из верхнего интервала (ИКС 2 и поздний дриас) доминируют высокомолекулярные алканы (C_{23} – C_{38}), характеризующие органическое вещество наземной растительности. Максимальная доля «терригенных» н-алканов, а значит и терригенного органического вещества (ТОВ) обнаружено в пробах с повышенным содержанием $C_{\text{орг.}}$: осадков начальной фазы дегляциации (16,2 тыс. лет, $C_{\text{орг.}} = 3,4\%$) и позднего дриаса (11,7 тыс. лет, $C_{\text{орг.}} = 2,58\%$). Доля морского органического вещества (МОВ) больше в осадках раннего голоцена (7,5 тыс. лет назад) на относительно низком уровне $C_{\text{орг.}}$ (1,76%). Примерно равные количества ТОВ и МОВ обнаружено в пробах с 25,5 м (206 тыс. лет назад, $C_{\text{орг.}} = 1,88\%$) и 34,83 м (285 тыс. лет назад, $C_{\text{орг.}} = 1,97\%$). Только в одной пробе (из возрастного интервала около 60 тыс. лет назад,) выявлено явное преобладание МОВ при умеренном содержании $C_{\text{орг.}} = 1,96\%$. Таким образом, обогащение осадков $C_{\text{орг.}} > 2,5\%$, характерное для ИКС 2, обеспечивается поступлением ТОВ, а относительная роль МОВ (отражающая вариации продуктивности) возрастает лишь при пониженных концентрациях $C_{\text{орг.}} < 2\%$. Отношение C/N лишь в общих чертах согласуется с результатами по алканам. Величины C/N обычно близки к 10, что очевидно отражает состав смеси ТОВ и МОВ.

Следовательно, ТОВ поступало в район станции MD02-2529 в течение всего рассматриваемого отрезка времени, но с разной интенсивностью. Особенно обильный поток фиксируется в ИКС-2 при низком стоянии уровня моря, когда шельфы представляли собой прибрежные равнины, покрытые тропической растительностью. Размыв этих равнин в начале послеледниковой трансгрессии, а также близость береговой линии, привел к накоплению наиболее обогащенных $C_{\text{орг.}}$ осадков с максимальным содержанием ТОВ. То же в меньшей степени относится к осадкам позднего дриаса.

Реконструкция вариаций продуктивности в течение последних 70 тыс. лет по комплексам кокколитофорид, планктонных и бентосных фораминифер позволяет выделить несколько событий вероятного усиления потоков МОВ на дно за счет повышенной первичной продукции. Все изученные микробиологические показатели высокой биопродуктивности, включая численность планктонных и бентосных фораминифер, видовой состав их комплексов, а также соотношение индикаторных видов кокколитофорид, показывают максимальные значения в ИКС-2. Наибольшие седиментационные потоки МОВ, таким образом, практически совпадают с усиленным по-

ступлением ТОВ. Это наводит на мысль о дополнительной поставке растворенных биогенных элементов наряду с растительным детритом, при размыве прибрежных равнин на месте современного шельфа. Основные же причины вариаций продуктивности кроются, по-видимому, в климатически обусловленных перестройках гидродинамической системы региона, приводящих к изменению интенсивности апвеллингов и перемешивания поверхностных вод над термоклинном. Однако вариации биопродуктивности и, соответственно, потоков МОВ уступают по амплитуде изменчивости вариациям потоков ТОВ, которые в конечном счете контролируют появление в изученном разрезе обогащенных (ИКС-2) и обедненных (ИКС-1, ИКС-3) органическим веществом интервалов.

Работа выполнена в рамках российско-французского проекта PICS N 3467/РФФИ грант 06-05-22000-НЦНИ-а.

1. *Beaufort L. and the members of the scientific party*. MD 126 / IMAGES VIII/ MONA Cruise Report. (IPEV. Les rapports de campagnes a la mer). Ref. OCE/2002/03. 452 p.

2. *Leduc G., Vidal L., Tachikawa K., Rostek F., Sonzogni C., Beaufort L., Bard E.* Moisture transport across Central America as a positive feedback on abrupt climatic changes // *Nature*. 2007. 445. doi:10.1038/nature05578.

3. *Leduc G.* Variations temporelles des changements hydrologiques dans la zone du Pacifique Est. Approches geochimiques, isotopiques et micropaleontologiques. These du Dr. en Sci. l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences Paul Cézanne (Aix-Marseille III), 2007.

Geochemical (TOC, C/N, n-alkanes) studies in the upper 12 m (about 70 ka) of the giant sediment core MD02-2529 retrieved from the Cocos Ridge, eastern Equatorial Pacific, reveal unexpectedly high terrestrial organic matter (TOM) contribution to the total organic matter budget. The TOM input is highest during marine oxygen isotope stage (MIS) 2, especially at the beginning of deglaciation. The increase in TOM fluxes is related to erosion of plant debris from emerged shelf during the sea level lowstand. Maximal marine organic matter (MOM) fluxes, as inferred from reconstructed productivity, also occurred in MIS-2, when coastal upwellings intensified and additional nutrients are exported from the emerged shelf by fluvial and wave erosion.

**И.О. Мурдмаа¹, О.В. Левченко¹, С.М. Слоистов²,
Е.В. Иванова¹**

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, e-mail: murdmaa@mail.ru, olev@ocean.ru, e_v_ivanova@ocean.ru, ²Российский государственный геологоразведочный университет, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, Москва, Россия, sergiusz@pochtamt.ru)

Проксимальные ледниково-морские отложения начальной фазы дегляциации последнего оледенения в Баренцевом море

I.O. Murdmaa¹, O.V. Levchenko¹, S.M. Sloistov², E.V. Ivanova¹
(¹Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow, Russia, ²Russian State university of geological prospecting, Moscow, Russia)

Proximal glaciomarine sediments formed during the early deglaciation of the last Barents Sea ice sheet

Распад поздневейхсельского (поздневалдайского) Баренцевоморского ледникового щита начался с отрыва его края от грунта («всплывания») и проникновения морских вод под выводные ледники в желобах Медвежьего о-ва, Франц-Виктория и Св. Анны примерно 15–16 тыс. лет назад. Согласно имеющимся реконструкциям, плохо обеспеченным датировками, первым освобожденным от ледника желоб Медвежьего острова на юго-западе Баренцева моря, очевидно под воздействием теплых атлантических вод Норвежского течения. Уже к 15 тыс. лет назад здесь образовался обширный морской залив с ледниковыми «берегами» [1, 2], куда вероятно «впадали» выводные ледники, образуя айсберги, разносившие обломочный материал. Следы вспахивания осадков айсбергами обнаружены на дне желоба сейсмической съемкой.

Далее фронт ледникового щита продолжал отступать от желоба Медвежьего о-ва на юго-восток вдоль Нордкапского желоба и на северо-восток во впадины центральной части моря. Около 15 тыс. лет назад край ледника стал смещаться на юг в желобах Франц-Виктория и Св. Анны [1], скорее всего под воздействием подповерхностных теплых атлантических вод, проникающих в желоба с Северного Ледовитого океана. Во всяком случае, к 13 тыс. лет назад в обоих желобах установились условия поздней фазы дегляциации, при которых ледники отступили на острова [3]. До каких пор существовали ледниковые «мосты» над грядой поднятий к югу от желоба Франц-Виктория и между ледниковыми щитами Земли Франца Иосифа и Новой Землей достоверно не известно. Однако, отснятая нашим сейсмопрофилем серия моренных холмов (гряд?) поднимающихся по западному склону северного отрога желоба Медвежьего о-ва к архипелагу Шпицберген, между изохронами положения края ледникового щита 15 и 12 тыс. лет назад [1], позволяет оценить время заполнения этой части желоба морскими водами.

Сходные серии моренных гряд поднимаются по обоим склонам желоба Седова, но прорыв ледникового «моста» между Землей Франца Иосифа и Новой Землей произошел вероятно позже [1, 4]. В юго-восточной части Баренцева моря ледник отступал в сторону Новой Земли от 15 тыс. до раннего голоцена с тремя остановками, отмеченными моренными грядами: линиями Колгуева, Куренцова и Адмиралтейства [4].

Таким образом, ранняя фаза дегляциации, отраженная в разрезах колонок специфическими фациями проксимальных ледниково-морских осадков [3], наступала диахронно, во временном диапазоне от 16 до 11 тыс. лет назад, а у впадающих в море выводных ледников продолжается до сих пор. К 13 тыс. лет назад фронты большинства ледников отступили на сушу. В результате этого прекратился сброс айсбергов и резко сократился айсберговый разнос обломочного материала. Проксимальные фации ледниково-морских осадков ранней фазы дегляциации (морской диамиктон) сменились дистальными поздней ее фазы [3]. На северной и восточной периферии Баренцева моря, а также во фьордах Шпицбергена проксимальные ледниково-морские отложения имеют раннеголоценовый возраст.

По характеру сейсмической записи морской диамиктон практически не отличим от континентальной донной морены (тиля). Однако в отличие от многих предшественников, мы относим к проксимальным ледниково-морским отложениям также четко выделяемые на сеймопрофилях гряды и холмы конечной «морской морены», которые отложились в морском бассейне, хотя и у самого края ледника, в начале его распада. Морской диамиктон отличается от подстилающего тила соленостью иловых вод, меньшей плотностью, а также содержанием крайне редких, но хорошо сохранившихся раковин современных видов фораминифер и даже птеропод.

Во впадинах открытого Баренцева моря отложения ранней фазы дегляциации представлены несортированной смесью разных гранулометрических фракций терригенного материала от тонкого пелита до крупного щебня, а вероятно и валунов. В гранулометрическом спектре обычно четко выделяется два компонента: пелит, с преобладанием в его составе фракции $<0,001$ мм и несортированный материал $>0,05$ мм. Соотношение обоих компонентов варьирует в широких пределах. Крупнозернистый материал выносился ледниками и либо накапливался (вместе с тонкозернистым материалом) у их края в виде конечной морской морены, либо разносился айсбергами в новообразованных морских бассейнах. Послойное распределение грубообломочного материала с признаками обратной градиационности может свидетельствовать о деятельности гравитационных потоков. Довольно однородный тонкозернистый компонент в основном также поступал из тающих ледников и айсбергов, а частично, возможно, при вспахивании и взмучивании движущимся льдом более древних осадков или донной морены. Процессы его седиментации включают осаждение взвеси из водной толщи, придонные нефелоидные и плотностные гравитационные потоки, а также выпа-

дение из поднимающихся со дна плюмов мутной талой воды, переносимых течениями [5]. Однородный гранулометрический состав с резким преобладанием фракции <0,001 мм, а также сходный минеральный состав тонкозернистого компонента (с высоким содержанием каолинита и хлорита) послужили основанием для гипотезы о его первичном эоловом происхождении [3].

Итак, после проникновения морских вод под край ледника в желобах, началось интенсивное откалывание айсбергов, высвобождавших содержащийся в них осадочный материал. Одновременно подледниковые потоки выносили с тальми водами накопившийся во льду тонкозернистый материал. Новообразованные морские бассейны были опреснены за счет талых вод. В результате быстрого таяния ледникового щита вся относительно глубоководная часть Баренцева моря превратилась в единый бассейн с ледовыми островами над банками. Началось заселение моря пока еще крайне скудной фауной фораминифер и птеропод.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ №06-05-64803

1. Landvik J.Y., Bondevik S., Elverhoi A. *et al.* The last glacial maximum of Svalbard and the Barents sea area: ice sheet extent and configuration // *Quat. Sci. Rev.* 17(1). 1998. P. 43–75.

2. Svendsen J.I., Gataullin V., Mangerud J., Poljak L. The glacial history of the Barents and Kara Sea region / Ehlers, J., Gibbard, P. (Eds.) // *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology*. Vol. 1. Elsevier, Amsterdam, 2004. P. 369–378.

3. Murdmaa I.O., Ivanova E.V., Duplessy J.-C. *et al.* Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present // *Marine Geology*. 230. 2006. P. 275–303.

4. Gataullin V., Mangerud J., Svendsen J.I. The extend of the Late Weichselian ice sheet in the southeastern Barents Sea // *Glob. Planet. Change*. 31. 2001. P. 453–474.

5. Ó'Cofaigh C., Dowdeswell J.A. Laminated sediments in glaciomarine environments: diagnostic criteria for their interpretation // *Quat. Sci. Rev.* 20. 2001. P. 1411–1436.

The glaciomarine diamicton composed of unsorted terrigenous material from coarse rock fragments to the finest clay accumulated during the strongly diachronous early deglaciation phase that started with the ice margin retreat from the Bear Island Trough 16–15 ka BP, developed in the central Barents Sea up to 13 ka BP, and continued in its margins and fjords in early Holocene to present. The marine realm of its deposition is proved by saline pore water and occurrence of very rare foraminifers and pteropods.

В.В. Мухина, О.Б. Дмитренко

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва; E-mail: senidol@yandex.ru)

**Биостратиграфия донных осадков Норвежского моря
по микрофоссилиям**

V.V. Mukhina, O.B. Dmitrenko

(P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Biostratigraphy of the Bottom Sediments in the Norwegian Sea
by microfossils**

Исследование микрофоссилий проводилось в донных осадках 6-ти колонок и 10-ти поверхностных проб, полученных в 40 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» и в 12 рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов» в западной части Норвежского бассейна (64–79° с.ш.). Район характеризуется чрезвычайно сложным климатическим и гидрологическим режимами, смена которых в позднечетвертичное время тесно связана с поступлением в периоды межледниковий североатлантических относительно теплых и соленых вод. Во время оледенений поверхностным водам свойственны низкие температуры и соленость.

В периоды межледниковий в колонках станций 3727 и 3803, полученных в области распространения высокопродуктивных вдольбереговых течений (Норвежского прибрежного течения и Западного течения Шпицбергена) отмечена высокая численность диатомей (максимально до 19,2–22,6 млн ств/г сухого осадка). В колонках из северо-западной (ст. 3785) и центральной (ст. 3763) частей Норвежского моря число диатомей в осадках сокращается в 5–7 раз. Таксономический состав диатомовых ассоциаций формируется, главным образом, под влиянием климатического фактора (преимущественно температуры) и корректируется местоположением станций относительно берега. Нестабильность климатических условий в Норвежском море в позднем плейстоцене и голоцене приводила к неоднократной миграции гидрологических фронтов и поступлению в районы расположения колонок потоков различной интенсивности – теплых атлантических или холодных арктических вод.

Обильное присутствие диатомей в Норвежском море характерно лишь для осадков голоцена, где определены экологически различные комплексы диатомей. В ряде колонок, отложения позднего плейстоцена содержали крайне обедненные ассоциации. Неоднократные изменения экологической структуры диатомовых ассоциаций, прослеженные во времени, позволили выделить в разрезах до 5-ти разновременных интервалов и проследить изменения палеосреды в районе исследования за последние 19–21 тыс. лет.

Все исследованные колонки и поверхностные пробы содержат наннопланктон и принадлежат зоне *Emiliana huxleyi* s.l. позднего плейстоцена-голоцена. В отдельных горизонтах даже на глубинах более 3000 м встреча-

ется до 3-х видов наннопланктона. Общие количества кокколитов в осадках связаны, как правило, с единичными, редкими и малыми скоплениями, а многие горизонты не содержат кокколитов вовсе. К северу число горизонтов, лишенных кокколитов, увеличивается. Лишь в самой южной кол. 3727 (64° с.ш.) наннофоссилии присутствуют по всему разрезу. В целом низкое видовое разнообразие танатоценозов чрезвычайно изменчиво и зависит от поступления более теплых атлантических вод. Все колонки расположены на глубинах выше глубин карбонатной компенсации, однако на растворение кокколитов в значительной мере влияют низкотемпературные условия как жизни, так и захоронения, что приводит к плохой сохранности остатков наннофлоры и резко затрудняет определение их видовой принадлежности. Значительная разница видового разнообразия танатоценозов свидетельствует о чрезвычайно изменчивом составе осадков даже в очень близко расположенных точках морского дна.

Весь исследованный район находился под определяющим воздействием арктических холодноводных условий, а наибольшее влияние атлантических водных масс проявлялось в самой южной кол. 3727.

Diatom and nannoplankton microfossils from the Norwegian Sea bottom sediments of 6 grave cores and 10 bottom samples were studied. Up to 5 time intervals were divided in the last 19–21 ky, and diatom development of the environment was reconstructed. All of the sediments belong to *Emiliana huxleyi* zone (Last Pleistocene-Holocene). Some more temperate and colder intervals were also remarked. The low species diversity and poor preservation attest predominating influence of the arctic water masses.

О.Д. Найдина

(Геологический институт РАН, e-mail: naidina@ilran.ru)

Голоценовые палинологические и фаунистические ассоциации колонки из восточной части моря Лаптевых и их палеогеографическая интерпретация

O.D. Naidina

(Geological Institute RAS, Moscow)

Holocene palynological and faunistic assemblages in core from the eastern part of the Laptev Sea and their paleogeographical interpretation

Послойное комплексное изучение радиоуглеродно-датированного морского разреза из центральной части восточного шельфа в палеодолине р.Яна по разным группам морских организмов (моллюски, остракоды, фораминиферы), водных палиноморф (цисты морских динофлагеллат, пресноводные зеленые водоросли) и наземных микрофоссилий (пыльца и споры растений) позволило детализировать палеогеографические реконструкции. В изученной колонке определено 14 таксонов моллюсков, из которых половина – видовые определения. Среди фораминифер обнаружено 25 таксонов – преобладают различные эльфидии. В самом таксономически разнообразном верхнем комплексе остракод насчитывается 11 видов [4]. Пресноводные водоросли в осадках колонки представлены видами *Pediastrum* spp., *Botryococcus* cf. *Braunii*, а сообщество морских диноцист состоит из 14 видов, причем максимального количества достигают виды *Islandinium minutum*, *Brigantedinium simplex* и *Operculodinium centrocarpum* [1]. Таксономическое разнообразие пыльцы и спор, обнаруженное в морских осадках, типично для тундровой растительности высоких широт. Всего было обнаружено 37 таксонов древесных, травянистых и споровых растений. Как показали наши первые исследования, спорово-пыльцевые спектры, полученные по пробам шельфовых осадков, отражают данные о растительном покрове прилегающей к морю Лаптевых суши и поэтому дают представление о климате региона и могут использоваться для палеогеографических интерпретаций [3, 6, 7].

По смене комплексов остракод в осадках колонки намечены три фазы голоценовой трансгрессии [4]. На основе изменения количественного и видового состава водных палиноморф в осадках колонки выделены три основные группировки, соответствующие различным палеогеографическим условиям осадконакопления. В первой (11,3–10,3 тыс. л.н., календарный возраст) в составе доминировали пресноводные водоросли; во второй (10,3–9,2 тыс. л.н.) отмечено преобладание диноцист, в том числе видов-индикаторов притока теплых североатлантических вод; в третьей группировке (8,6 тыс. л.н.) ассоциации водных палиноморф по составу близки к современным. Согласно крайне высокому соотношению содержания в осад-

ках пресноводных зеленых водорослей, которые приносятся на шельф речными водами, и морских диноцист, до 10,3 тыс. л.н. исследуемый район находился под влиянием стока р. Яна [1]. Всплеск концентраций зелёных водорослей на этом временном интервале может указывать на возможное наличие здесь маргинального фильтра, формирующего область лавинной седиментации [2]. Период времени 10,3–9,2 тыс. лет на внешнем шельфе характеризовался, по-видимому, небольшим относительным повышением температуры поверхностных вод, о чем свидетельствуют малое содержание гетеротрофного холодноводного эвригалинного *Islandinium minutum* и появлением относительно теплолюбивого вида *Spiniferites elongates* [1].

Согласно спорово-пыльцевым данным, трансгрессии моря предшествовал континентальный этап развития (до 10,3 тыс. л.н.) с преобладанием тундровой растительности в условиях климата близкого к современному. Преобладала растительность, представленная различными видами *Betula* sect. *Nanae*, *Duschekia fruticosa*. В группе травянистых чаще других встречались представители Cyperaceae и Poaceae. Обычны были Caryophyllaceae, Asteraceae, Rosaceae, а также *Rumex*, *Thalictrum*, *Plantago*, *Saxifraga* и очень редки – *Valeriana*, *Epilobium*. Споровые представлены различными мхами и холодолюбивыми плаунами. Затем до 9,6 тыс. л.н. развивалась начальная стадия трансгрессии, о чем свидетельствует возрастание роли древесных (особенно хвойных) в составе растительности. Во время максимальной стадии трансгрессии около 8,9 тыс. л.н. она распространилась по долинам рек на юг. Развивалась лесотундровая, а местами и светлохвойная лесная растительность. В это время произошло максимальное потепление и увеличилась влажность. Возрастание в это время приноса на шельф пыльцы древесных может быть объяснено как следствие происходившего после 9,0 тыс. л.н., вызванного потеплением перемещения к северу линии древесной растительности.

Совместное применение палинологического и микрофаунистического методов позволяет получить разносторонний фактический материал. Реконструкции палеогеографических условий по результатам изучения водных палиноморф, спор и пыльцы в общих чертах согласуются с данными диатомового анализа [8] и с палеоэкологическими показателями береговой зоны моря, указывающими на региональный термический оптимум в диапазоне 9–7 тыс. л.н. [5].

По данным спорово-пыльцевого анализа установлены климатически обусловленные смены растительности на прилегающей к морю Лаптевых Арктической Восточной Сибири и зарегистрированы климатические флуктуации. Частые смены растительности свидетельствуют о перемещении береговой линии во время сокращения и расширения акватории моря.

Исследования частично выполнены благодаря поддержке стипендиальной программы Лаборатории морских и полярных исследований им. О.Ю. Шмидта.

1. Ключевиткина Т.С., Баух Х.А. Изменения палеогидрологических условий в море Лаптевых в голоцене по материалам исследования водных палиноморф // Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 911–921.
2. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океана // Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 735–747.
3. Найдина О.Д. Палеогеография восточного шельфа моря Лаптевых в первой половине голоцена по фаунистическим и палинологическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14. № 3. С. 113–125.
4. Степанова А.Ю. Плейстоцен-голоценовые и современные остракоды моря Лаптевых и их значение для палеоэкологических реконструкций. Автореф. дис. ...канд.-геол.-мин.наук. М.: ПИН РАН, 2004. 24 с.
5. Ширмейстер Л., Хуббертен Х.-В., Андреев А.А. и др. Позднечетвертичное развитие ландшафта в перегляциальной арктической Сибири: результаты восьмилетних исследований в регионе моря Лаптевых // Проблема корреляции плейстоценовых событий на Русском Севере. Тезисы докладов международного рабочего совещания. Санкт-Петербург, 2006. С. 83.
6. Bauch H.A., Kassens H., Naidina O.D. et al. Composition and flux of Holocene sediments on the eastern Laptev Sea shelf, Arctic Siberia // Quaternary Research. 2001a. V. 55. № 3. P. 344–351.
7. Naidina O.D., Bauch H.A. A Holocene pollen record from the Laptev Sea shelf, northern Yakutia // Global and Planetary Change. 2001. V. 31. P. 141–153.
8. Polyakova Ye.I., Bauch H.A., Klyuvitkina T.S. Early to middle Holocene changes in Laptev Sea water masses deduced from diatom and aquatic palynomorph assemblages // Global and Planetary Change. 2005. V. 48. P. 208–222.

The Holocene paleogeography of the Laptev Sea eastern shelf is reconstructed based on mollusks, foraminifers, ostracodes, aquatic palynomorphs, spores and pollen found for the first time. This research was supported by the Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Sciences.

О.Д. Найдина¹, Х.А. Баух²

(¹Геологический институт РАН, e-mail: naidina@ilran.ru,

²Академия наук, общества и литературы, Майнц, Германия)

Раннеголоценовые фаунистические и спорово-пыльцевые ассоциации колонки из восточной части моря Лаптевых и их палеогеографическая интерпретация

O.D. Naidina¹, H.A. Bauch²

(¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, ²Mainz Academy of Sciences, Humanity and Literature, Germany)

Early Holocene faunistic and pollen assemblages in core from the eastern part of the Laptev Sea and their paleogeographical interpretation

Послойное комплексное изучение радиоуглеродно-датированного морского разреза из центральной части восточного шельфа в палеодолине р. Яна по разным группам морских организмов (моллюски, остракоды, фораминиферы) и наземных микрофоссилий (пыльца и споры растений) позволило детализировать палеогеографические реконструкции. В изученной колонке определено 14 таксонов моллюсков, из которых половина – видовые определения. Среди фораминифер обнаружено 25 таксонов – преобладают различные эльфидииды. В самом таксономически разнообразном верхнем комплексе остракод насчитывается 11 видов. Таксономическое разнообразие пыльцы и спор, обнаруженное в морских осадках, типично для тундровой растительности высоких широт. Всего было обнаружено 37 таксонов древесных, травянистых и споровых растений.

По смене комплексов остракод в осадках колонки намечены три фазы голоценовой трансгрессии [Taldenkova et al., 2005]. Первая фаза (11,3–11,1 тыс. л.н., календарный возраст) развивалась прибрежная распресненная обстановка. Во время переходной фазы (11,1–10,3 тыс. л.н.) появляются мелководно-морские таксоны. Третья фаза начиналась 10,3 тыс. л.н. – установились современные морские условия.

Согласно палинологическим данным, трансгрессии моря предшествовал континентальный этап развития (до 10,3 тыс. л.н.) с преобладанием тундровой растительности в условиях климата близкого к современному. Преобладала растительность, представленная различными кустарниковыми видами *Betula* sect. *Nanae*, *Alnus fruticosa*. В группе травянистых чаще других встречались представители *Cyperaceae* и *Poaceae*. Обычны были *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, а также *Rumex*, *Thalictrum*, *Plantago*, *Saxifraga* и очень редки – *Valeriana*, *Epilobium*. Споровые представлены различными мхами и холодолюбивыми плаунами. Затем до 9,6 тыс. л.н. развивалась начальная стадия трансгрессии, о чем свидетельствует возрастание роли древесных (особенно хвойных) в составе растительности. Во время максимальной ста-

дии трансгрессии около 8,9 тыс. л.н. она распространилась по долинам рек на юг. Развивалась лесотундровая, а местами и светлохвойная лесная растительность. В это время произошло максимальное потепление и увеличилась влажность. Возрастание в это время приноса на шельф пыльцы древесных может быть объяснено как следствие происходившего после 9,0 тыс. л.н., вызванного потеплением перемещения к северу линии древесной растительности.

Совместное применение палинологического и микрофаунистического методов позволяет получить разносторонний фактический материал. По данным спорово-пыльцевого анализа установлены климатически обусловленные смены растительности на прилегающей к морю Лаптевых Арктической территории Восточной Сибири и зарегистрированы климатические флуктуации. Частые смены растительности свидетельствуют о перемещении береговой линии во время сокращения и расширения акватории моря.

Исследования частично выполнены благодаря поддержке стипендиальной программы Лаборатории морских и полярных исследований им. О.Ю. Шмидта.

The Holocene paleogeography of the Laptev Sea eastern shelf is reconstructed based on mollusks, foraminifers, ostracodes, spores and pollen found for the first time.

Е.А. Новичкова¹, Х.А. Баух²

(¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail: enovichkova@mail.ru,

²ГЕОМАР, г. Киль, Германия)

**Постгляциальное развитие бассейна Белого моря
по данным анализа цист динофлагеллат**

Ye.A. Novichkova¹, H.A. Bauch²

(¹Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow;

²Mainz Academy of Science, Humanities and Literature, c/o IFM-GEOMAR, Kiel, Germany)

**Postglacial evolution of the White Sea Basin based
on dinoflagellate cyst analysis**

Специфика постледникового развития Белого моря обусловлена последовательной деградацией скандинавского ледникового щита в позднем плейстоцене и голоцене, установлением водообмена с Баренцевым морем и дифференцированными гляциоизостатическими и неотектоническими поднятиями в пределах его бассейна. На основе предшествующих геологических и микропалеонтологических (спорово-пыльцевой, диатомовый, фораминиферовый анализы) было выполнено стратиграфическое расчленение толщ донных осадков Белого моря и реконструирована последовательная смена палеообстановок осадконакопления [1, 2, 3]. Согласно этим данным, полученным в 1970–80-х годах в приледниковые озера, образовавшиеся, по-видимому, в аллереде по периферии ледникового щита, в районы современных заливов постепенно поступали морские воды, и после переходной ледниково-морской стадии осадконакопления, в целом завершившейся в среднем голоцене, наступил типично морской этап развития беломорского бассейна [1, 2, 3]. Разновременные и специфические процессы осадконакопления для каждого седиментационного района Белого моря наряду с интенсивными гляциоизостатическими подвижками берегов и дна определяют, как было установлено, существенные различия в составе и региональном строении осадочной толщи. Вместе с тем, стратиграфическое расчленение толщ донных осадков Белого моря и их возрастная интерпретация до последнего времени основывалась на микропалеонтологических данных и их корреляции с известными датированными разрезами прилегающей суши [1, 2, 3, 4].

В данном сообщении представлены первые радиоуглеродные (AMS ¹⁴C) датировки толщи донных осадков Белого моря, а также впервые выполненное комплексное исследование палиноморф, включая пыльцу и споры, а также водные палиноморфы, которые в Белом море представлены цистами динофлагеллат, зелеными водорослями и органическими остатками скелетов фораминифер [5]. Перспективность использования водных палиноморф для реконструкций палеогидрологических обстановок в Белом море показана нашими предшествующими исследованиями [5].

Исследованная колонка получена в районе Соловецких островов на глубине моря 71 м. Длина колонки составляет 338 см, согласно результатам AMS ^{14}C датирования, осадки на глубине 55–60 см соответствуют 5165 ± 30 , а на 80 см соответствуют 8305 ± 40 тыс. л.н. Таким образом, осадки данной части колонки соответствуют концу пребореального и началу атлантического периода голоцена. Нижняя часть колонки не датирована методами абсолютного возраста, однако наличие голубовато-серых глин на интервале 200–338 см и многочисленные литературные свидетельства о литологии донных осадков моря наряду с хорошо разработанной в 70–80-х годах биостратиграфией, позволяют предположить, что вскрытые данной колонкой осадки примерно соответствуют последним 10 тыс. лет [1].

Согласно полученным данным в Онежском заливе подледное осадконакопление, вероятно, началось уже во второй половине раннего дриаса. В составе водных палиноморф в данный период преобладают пресноводные зеленые водоросли, что указывает на возможным влиянием речного стока в свободных ото льда областях. При незначительных концентрациях (70–300 цист/г) ассоциация цист динофлагеллат представлена в основном, холодноводными видами (50–60%). В середине пребореала по литологическим данным в данном районе произошел перерыв в осадконакоплении, вызванный разрушением льдов и изменением гидродинамического режима, что привело к размыву кровли ледниково-морских отложений. На границе бореального и атлантического периодов голоцена (8,5–8,3 тыс. л.н.) резко увеличились концентрации цист динофлагеллат до 400 тыс. цист/г в осадках и в составе ассоциаций водных палиноморф в этот период преобладают цисты *Operculodinium centrocarpum* (до 100%), являющихся в Арктическом океане индикаторами атлантических вод, что свидетельствует об интенсивном водообмене между Баренцевым и Белым морями. В отложениях атлантического периода (8,5–5,6 тыс. л.н.) при высоких концентрациях цист динофлагеллат (200–300 тыс. цист/г) в составе их ассоциаций наряду с цистами *Operculodinium centrocarpum* появляются новые относительно тепловодные виды рода *Spiniferites*, типичные для районов Северной Атлантики, что вместе с наличием фауны моллюсков в осадках колонок, вероятно, указывает на отсутствие льда в данном районе Белого моря и теплые, гидродинамически активные условия среды. В результате дальнейшего относительного похолодания в суббореальное время (5,6–2,4 тыс. л.н.) произошло некоторое увеличение доли относительно холодноводных видов типичных для полярных и субполярных районов арктических шельфовых морей (*Islandinium minutum*) и близкие им морфотипы (*I. cezare*, *Echinidinium karaense*), при общем снижении концентрации цист динофлагеллат до 15 тыс. цист/г. После 2,4 тыс. л.н. в Белом море устанавливаются условия среды, близкие современным.

Таким образом, выполненные микропалеонтологические исследования позволили впервые реконструировать изменения ледово-гидрологических обстановок осадконакопления за последние 10–12 тыс. лет с применением

данных по абсолютному возрасту осадков. Полученные нами результаты в целом хорошо соотносятся с стратиграфической схемой, принятой для толщи донных осадков Белого моря и выполненной в 80-х годах прошлого столетия.

Авторы благодарны академику А.П. Лисицыну и В.П. Шевченко за предоставленные материалы для исследований и помощь в подготовке материала к публикации. Авторы признательны экипажу НИС «Профессор Штокман» и сотруднику российско-германской лаборатории им. О. Шмидта (ААНИИ, Санкт-Петербург) В.Н. Чуруну за вакуумную сушку образцов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №06-05-65267 и №06-05-64815), гранта поддержки ведущих научных школ №НШ-2236.2006.5, проект №4.4 программы №17 фундаментальных исследований Президиума РАН, гранта OSL-06-16, проекта «Наночастицы во внешних и внутренних сферах Земли» Отделения наук о Земле РАН.

1. Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. М.: Наука, 1977. 236 с.
2. Джиноридзе Р.Н. Диатомовые водоросли из донных осадков Белого моря в связи с его историей в голоцене. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1971. 23 с.
3. Малясова Е.С. Палинология донных осадков Белого моря. Л.: Изд-во Лен. Ун-та, 1976. 120 с.
4. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена / Алексеев М.Н. (ред.) Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987.
5. Новичкова Е.А., Полякова Е.И. // Океанология. 2007. Т. 5. в печати.
6. Kunz-Pirrung M. // J. Quaternary Sci. 2001. V. 16. P. 637–649.
7. Mudie P.J., Harland R., Matthiessen J. et al. // J. Quatern. Sci. 2001. V. 16. P. 595–602.

Micropaleontological investigations performed gave the new opportunities to reconstruct ice-hydrological conditions of sedimentation in the White Sea Basin during the Holocene. The obtained results have good correlations with common stratigraphic scheme used to describe the White Sea sediments.

Я.С. Овсепян¹, Е.Е. Талденкова¹, И.А. Погодина², Х.А. Баух³

(¹Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: yaovsepyan@yandex.ru, ²Мурманский Морской Биологический Институт, Мурманск, Россия, ³Академия Майнц/ИФМ-ГЕОМАР, Киль, Германия)

Комплексы бентосных фораминифер и реконструкция событий послеледниковья и голоцена в западной части моря Лаптевых

Ya.S. Ovsepyan¹, E.E. Taldenkova¹, I.A. Pogodina², H.A. Bauch³

(¹Moscow State University, Moscow, Russia, ²Murmansk Marine Biological Institute, Murmansk, Russia, ³Mainz Academy of Science, c/o IFM-GEOMAR, Kiel, Germany)

Benthic foraminiferal assemblages and reconstruction of Postglacial and Holocene paleoevents in the western Laptev Sea

В данной работе приведен анализ данных по секретионно-известковым бентосным фораминиферам из двух колонок западной части моря Лаптевых: PS51/154-11, отобранной на континентальном склоне (270 м), и PS51/159-10, отобранной на шельфе (60 м), во время экспедиции ТРАНС-ДРИФТ-V, рейса нис «Полярштерн» в августе 1998 года.

Осадки колонок датированы радиоуглеродным ускорительным методом (AMS¹⁴C), для анализа использовались раковины моллюсков и смесь бентосных фораминифер и остракод [1, 2]. В колонке PS51/154-11 наиболее древние датированные слои находятся на глубине 572 см, их календарный возраст составляет около 15,4 кал. тыс. л. н. [2]. Экстраполированный возраст основания колонки 17,2 кал. тыс. л. н. Колонка PS51/159-10 охватывает более короткий по продолжительности интервал времени в 12,7 кал. тыс. л. н. Фораминиферы исследованы во всех образцах колонки мощностью 2 см, отобранных без перерыва по всей длине разрезов.

Комплексы фораминифер из этих двух детально исследованных колонок сопоставлены друг с другом, по их смене прослежены изменения палеогидрологических и палеоклиматических условий. Основные виды фораминифер, встреченные в составе ископаемых комплексов, представлены как относительно глубоководными формами, характерными для внешнего шельфа и континентального склона (*Cassidulina reniforme*, *Melonis barleeanus*, *Cibicides lobatulus*, *Stainforthia loeblichii*, *Islandiella spp.*), так и видами, обитающими в прибрежных районах (*Haynesina orbiculare*, *Buccella frigida*, *Elphidium spp.*) [3]. Важным компонентом ископаемых комплексов из осадков колонки PS51/154-11 является *Cassidulina neoteretis* – вид-индикатор подповерхностных атлантических вод [4], по его наличию сделаны выводы об изменении интенсивности влияния атлантических водных масс в течение послеледниковья и голоцена, с максимумами в периоды 15,5–12 и 5–2 кал. тыс. л.н.

Итогом работы является выделение 9 временных интервалов для колонки PS51/154-11 и 4 интервалов для PS51/159-10 по изменению численности и состава фораминифер. Они сопоставлены с климатическими периодами позднего плейстоцена-голоцена и особенностями осадконакопления в этом районе в ходе послеледникового подъема уровня моря.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (05-05-64823) и ИНТАС (03-51-6682).

1. Bauch H.A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E., Spielhagen R.F., Kassens H., Grootes P.M., Thiede J., Heinemeier J., Petryashov V.V. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // *Global and Planetary Change*. 2001. 31. 1–4. P. 125–139.

2. Taldenkova E., Bauch A., Stepanova A., Strezh A., Dem'yankov S., Ovsepyan Ya. Postglacial to Holocene history of the Laptev Sea continental margin: paleoenvironmental implications of benthic assemblages // *Quatern. International*. In press.

3. Polyak L., Korsun S., Febo L., Stanovoy V., Khusid T., Hald M., Paulsen B.E., Lubinski D.A. Benthic foraminiferal assemblages from the southern Kara Sea, a river-influenced Arctic marine environment // *J. of Foraminiferal Research*, 2002. 32. 3. P. 252–273.

4. Lubinski D.J., Polyak L.A., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara seas since ca 13 ¹⁴C ka: foraminifera and stable isotopes // *Quaternary Sci. Rev.*, 2001. 20. P. 1851–1879.

Fossil assemblages of benthic calcareous foraminifera were investigated in AMS¹⁴C-dated sediment cores PS51/154-11 from the continental slope (270 m water depth) and PS51/159-10 from the outer shelf (60 m water depth) of the western Laptev Sea in an attempt to reconstruct sedimentation and paleoenvironmental conditions during the postglacial sea-level rise.

О.С. Олюнина, Ф.А. Романенко

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, e-mail: o.olyunina@mail.ru, farom@gol.ru)

К вопросу о распространении морских отложений на Карельском берегу Белого моря

O.S. Olyunina, F.A. Romanenko

(Lomonosov Moscow University, Moscow, Russia)

On the distribution of marine sediments on the Karelian coast of White Sea

Одним из самых интересных и дискуссионных вопросов новейшей истории Беломорья является вопрос о тенденциях и интенсивности гляциоизостатических движений побережий. Этой проблеме посвящено немало фундаментальных публикаций; основанных на данных обследований древних береговых линий на суше и детального исследования озёрных отложений. Особый интерес эта проблема приобретает в западной части Белого моря на побережьях Кандалакшского залива, где в последнее время обнаружены многочисленные свидетельства крупных землетрясений, которые связываются с высокой скоростью гляциоизостатического подъёма суши непосредственно после таяния последнего ледникового покрова и разрядкой возникших при этом напряжений земной коры. Кроме того, Кандалакшский залив сформировался вдоль оси долгоживущего грабена, оперённого серией более мелких тектонических нарушений, которые разбивают этот участок Балтийского щита на множество блоков. Направление и скорость движений каждого из них могут значительно отличаться.

В 2003–2007 гг. нами была проведена серия исследований на южном побережье кутовой части Кандалакшского залива (полуостров Киндо, район Беломорской биологической станции МГУ). В программу работ входили геоморфологическое картографирование, профилирование берегов с помощью GPS от уровня моря до наивысших отметок (103,3 м), изучение разрезов четвертичных отложений, бурение озёрно-болотных осадков с последующими радиоуглеродным датированием и диатомовым анализом отложений.

Полуостров Киндо представляет собой приподнятый блок архейских гнейсов и амфиболитов, разбитый многочисленными разломами и оглаженный экзарацией. Вдоль его побережья прослеживаются четыре уровня морских террас высотой до 26 м. Первые три из них аккумулятивные, сложенные галечно-гравийно-песчаными отложениями, а наиболее высокая – цокольная. Выше террасовые уровни не выражены, однако на разной высоте от 30 до 90 м на ступенчатых склонах находятся валунные отмостки, валуны в которых, как правило, хорошо окатаны, что может свидетельствовать в пользу их прибрежно-морского генезиса.

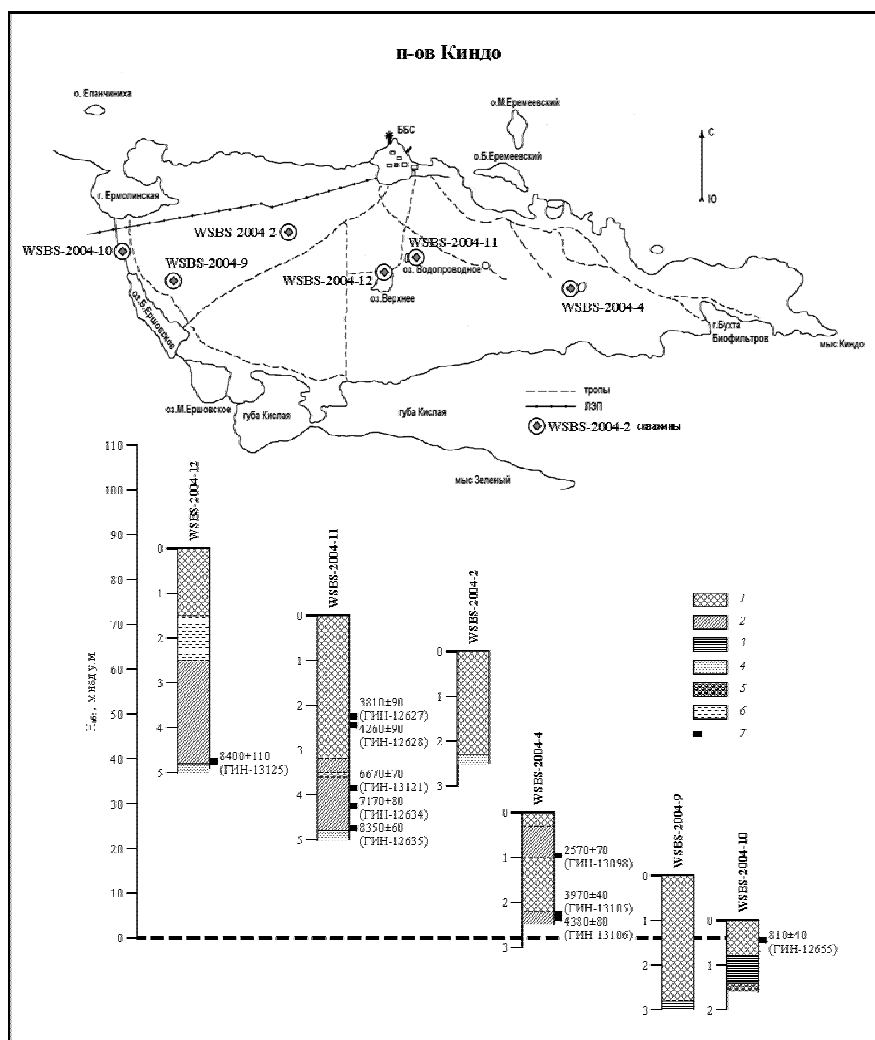


Рис. Схема расположения и строение изученных разрезов на п-ове Киндо (устья скважин привязаны по абсолютной высоте)
1 – торф, 2 – сапропель, 3 – опесчаненный ил, 4 – песок, 5 – валуны, 6 – вода;
7 – радиоуглеродные датировки

Площадки террас и днища озёрных котловин, располагающихся в ледниково-тектонических депрессиях, часто заболочены. Формирование болот и начало торфонакопления непосредственно после выхода поверхностей из-под уровня моря обуславливается особенностями рельефа и геологического

строения, а также положением исследуемого района в области избыточного увлажнения.

В 2003–2006 гг. с помощью торфяного бура Гиллера-1 получена серия колонок озерно-болотных отложений (рис.) из практически всех болот полуострова Киндо. Устья скважин расположены на высоте от 3 до 87 м над современным уровнем моря. Мощность вскрытых осадков достигает 5 м. В нижней части всех изученных разрезов в подстилающих озерно-болотные отложения песках и опесчаненных илах обнаружена солонатоводно-морская диатомовая флора.

Таким образом, морские отложения распространены на п-ове Киндо как минимум до высот 82 м (скважина с наибольшей отметкой устья без учета мощности перекрывающих морские отложения озерно-болотных осадков) – 90 м (самая высокая валунная отмостка). Признаков перерыва в осадконакоплении при переходе к вышележащим сапропелям и торфу не отмечается. Подобные примеры болотообразования на формирующейся I морской террасе можно наблюдать на беломорском побережье и в настоящее время: в направлении от моря отмечается постепенная смена маршевой галофильной растительности типичными болотными видами.

Полученные радиоуглеродные датировки позволяют рассчитать примерные скорости поднятия блока п-ова Киндо за последние 9,5 тыс. лет (использовался календарный возраст). В начале голоцена в интервале 9,5–5 тыс. л.н. скорость поднятия оценивается в 9–13 мм/год. На ранних стадиях поднятия в позднеледниковье и самом начале голоцена она, возможно, была больше. С середины голоцена поднятие становится менее интенсивным, около 5–5,5 мм/год. К настоящему времени скорость поднятия еще снизилась и для последней тысячи лет оценивается примерно в 4 мм/год. При этом поверхности высотой 3–5 м вышли из-под уровня затопления морскими водами за последнее тысячелетие, и в эпоху первых походов новгородских ушкуйников на Кольский полуостров полуостров Киндо представлял собой остров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 05-05-64872).

We studied the stratigraphy and distribution of Quaternary deposits on Kindo Peninsula of the Karelian coast of White Sea. Marine sediments has traced up to 82 m above modern sea level. Radiocarbon dating of lacustrine and boggy sediments at marine terraces of provides respective view of relative sea level changes.

Е.И. Полякова

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, e-mail ye.polyakova@mail.ru).

**Поздний кайнозой арктических морей Евразии
(диатомовая стратиграфия и палеоокеанология)**

Ye.I. Polyakova

(Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty, Moscow)

**Late Cenozoic of the Eurasian Arctic Seas (diatom
stratigraphy and paleoceanography)**

Диатомеи, являющиеся основным компонентом фитопланктона в арктических морях, представляют одну из наиболее информативных палеонтологических групп, что обусловлено высокой степенью их филогенетической изменчивости в кайнозое и строгой зависимостью распространения видов от экологических факторов. В основу настоящего сообщения положены результаты многолетних исследований автора диатомовых ассоциаций в морских верхнекайнозойских отложениях, слагающих арктические прибрежные равнины Евразии, а также донных осадков арктических морей. Методической основой палеоокеанологических реконструкций являлись выявленные региональные особенности распространения видов диатомей от распределения основных типов водных масс в арктических морях (арктические, атлантические, беринговоморские), а также установленные в последние годы закономерности формирования диатомовых ассоциаций в зависимости от ледово-гидрологических условий в морях и речного стока на шельф [1, 2]. В частности, при реконструкциях палеосолености вод, изменений интенсивности поступления речных вод на шельф и ледовых условий использованы установленные количественные зависимости процентного содержания основных экологических групп диатомей (морские, пресноводные, ледовоморские) в осадках и важнейших ледово-гидрологических параметров (летняя соленость поверхностных вод, интенсивность речного стока, ледовый покров, положение стационарной полыньи) в морях. Показано, что количественное содержание диатомей в осадках в зоне смещения речных и морских вод («маргинальный фильтр», [3]) определяется изменениями солености прибрежных вод, и их экстремально высокие концентрации приурочены к областям лавинообразного осаждения речной взвеси, что позволяет использовать диатомеи при реконструкциях седиментационных обстановок на шельфе в условиях «маргинального фильтра» [2, 4, 5].

На основе анализа состава ископаемых диатомовых ассоциаций из верхнекайнозойских отложений материковой окраины Северной Евразии и их корреляции с зональными океаническими стратиграфическими схемами сопредельных регионов северных областей Тихого и Атлантического океанов [6, 7, 8] показаны пространственно-временные особенности развития транс-

грессий и эволюция арктического шельфа в позднем кайнозое. Согласно полученным данным в конце раннего – начале среднего миоцена морские бассейны занимали районы современных шельфов морей Лаптевых и Восточно-Сибирское, и ингрессионные морские заливы проникали по долинам рек (Колыма и др.). Конец среднего – поздний миоцен были эпохой широкого развития трансгрессий в восточной части Евразийской Арктики и периодического водообмена между Арктическим и Тихим океанами. Ингрессионный морской бассейн был расположен в пределах Северо-Сибирской низменности и достигал усть-Енисейского района. Состав диатомовых ассоциаций свидетельствует о нарастающем похолодании и снижении температур поверхностных вод в Арктическом океане в позднем миоцене. Начало развития морского оледенения в Арктике устанавливается около 8,5 млн л.н. по появлению ледово-морских диатомей в составе в целом «холодно-водных» диатомовых ассоциаций.

Начало плиоцена характеризовалось общим поднятием северных континентальных окраин Евразии, осушением арктического шельфа и активным врезанием рек. В конце плиоцена – эоплейстоцене на арктическом побережье Евразии почти повсеместно начинается трансгрессия, масштаб и время проявления которой имели региональные особенности. Этот период характеризовался интенсивной адвекцией северо-тихоокеанских вод в Арктический бассейн, что устанавливается по высокому содержанию относительно тепловодных видов тихоокеанского происхождения в соответствующих отложениях приморских низменностей Северной Чукотки и шельфа Чукотского моря [1, Гусев и др., настоящий сборник].

Конец позднего плейстоцена ознаменовался значительной регрессией Арктического океана и практически повсеместным осушением шельфов мелководных арктических морей. Развитие постгляциальной трансгрессии определило основные пространственно-временные особенности развития ледово-гидрологических и седиментационных обстановок на арктическом шельфе Евразии, которые изучены с наибольшей детальностью. В Чукотском море выделено два основных палеогеографических рубежа: открытие Берингова пролива около 12–11 тыс. л.н. и усиление адвекции берингоморских вод, обусловившее повышение температур поверхностных вод в море на 2–4° и резкое увеличение их продуктивности (в интервале времени около 6–3 тыс. л.н.). Берингоморские воды в это время проникали и восточные районы Восточно-Сибирского моря, что устанавливается по появлению относительно тепловодных видов диатомей в соответствующих отложениях.

Полученные в последние годы многочисленные радиоуглеродные (AMS ^{14}C) датировки по колонкам донных осадков из погребенных палеодолин крупнейших рек Сибири (Лена, Обь, Енисей) и диатомовых ассоциаций в осадках позволили осуществить детальные реконструкции изменений речного стока в моря Карское и Лаптевых, эволюцию «маргинального филь-

ра» в ходе постгляциальной трансгрессии и ледово-гидрологических условий. Показано, что в ходе повышения уровня моря на мелководных шельфах морей Карское и Лаптевых наблюдалась последовательная миграция к югу депоцентов осадконакопления в палеодолинах Оби, Енисея, Лены, временные интервалы которых определены по экстремально высоким скоростям аккумуляции диатомей. Около 7 тыс.л.н., когда уровень морей приблизился к их современному положению, изменения реконструированной палеосолёности вод были обусловлены в основном вариациями интенсивности стока в пределах палеорусел рек.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 06-05-65267, Лаборатории полярных и морских исследований им. Отто Шмидта и ИНТАС (грант № 03-51-6682).

1. Полякова Е.И. Арктические моря Евразии в позднем кайнозое. М.: Научный мир, 1997. 146 с.

2. Polyakova Ye.I. Diatom assemblages in the surface sediments of the Kara Sea (Siberian Arctic) and their relationship to oceanological conditions // "Siberian River Run-off in the Kara Sea: Characterization, Quantification, Variability, and Environmental Significance" Proceedings in Marine Sciences / R. Stein, K. Fahl, D.K. Fütterer, E.M. Galimov and O.V. Stepanets, Eds.). 2003. P. 375–399.

3. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 735–743.

4. Polyakova Ye.I., Stein R. Holocene paleoenvironmental implications of diatom and organic carbon records from the southeastern Kara Sea (Siberian Margin) // Quaternary Research. 2004. V. 62. P. 256–266.

5. Polyakova Ye. I., Bauch H.A., Klyuvitkina T.S. Early to Middle Holocene changes in Laptev Sea water masses deduced from diatom and aquatic palynomorph assemblages // Global and Planetary Change. 2005. V. 48. P. 208–222.

6. Yanagisawa Y., Akiba F. Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons // J. Geol. Soc. Japan. 1998. V. 104. P. 395–414.

7. Barron J.A., Gladenkov A.Yu. Early Miocene to Pleistocene stratigraphy of Leg 145 // D.K. Rea, I.A. Basov, D.W. Scholl, J.K. Allan (eds.). Proc. ODP, Sci. Results. 1995. V. 145. P. 3–19.

8. Polyakova Ye.I. Late Cenozoic evolution of Northern Eurasian marginal Seas based on diatom records // Polarforschung. 2001. V. 69. P. 211–220.

А.В. Поротов, Т.А. Янина

(МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Москва;
e-mail: paleo@inbox.ru)

Палеогидрологические условия Азовского моря в позднем голоцене по стабильным изотопам карбоната раковинного материала

A.V. Porotov, T.A. Yanina

(Moscow State University, Dept. of Geography, Moscow)

Palaeohydrological conditions of the Sea of Azov during the late Holocene on the base of stable isotopes of mollusks shells

Для реконструкции палеогидрологических условий северо-западного побережья Азовского моря за последние 5,0 тыс. лет наряду с таксономической характеристикой раковинного материала были проведены исследования изотопного состава карбонатов раковин ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$). Широко известно, что к середине I тыс. до н.э. приурочена регрессивная (фанагорийская) фаза в истории Азово-Черноморского бассейна, которая связывается с похолоданием климата на рубеже суббореального и субатлантического периодов голоцена. Однако многие вопросы, связанные с влиянием климатических изменений на палеогидрологический режим Азовского моря остаются открытыми до настоящего времени.

Изотопный состав карбонатов раковин моллюсков подвержен достаточно значительным колебаниям, отражающим соотношение морских и речных вод, характеризующихся достаточно различным изотопным составом. Величина $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ карбонатов раковин моллюсков в прибрежно-морских условиях может меняться от -13‰ (распресненные лиманы, приустьевые участки речных дельт) до 0‰ (открытые участки акватории с нормальной соленостью). В связи с этим изотопный состав карбонатов раковин моллюсков характеризуется изменчивостью как в пространстве (гидрологический режим), так и во времени (палеогеографические изменения климата и речного стока). Результаты изучения соотношения терригенного и морского углерода в различных гидрологических условиях [2] показали, что раковины моллюсков из более пресноводных условий характеризуются более отрицательными значениями величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ по сравнению с организмами, обитавшими в более солоноводных условиях. Это позволяет использовать метод изотопной геохимии для распознавания изменений палеогидрологических условий в различных типах прибрежно-морских обстановок осадконакопления в условиях изменений уровня моря в ходе голоценовой трансгрессии. Особенно привлекательным этот подход представляется для проведения палеогеографических реконструкций изменений палеогеоморфологических и палеогидрологических условий побережий в условиях флуктуаций уровня моря. Одним из примеров является палеогидрологический режим Черного

моря в голоцене, который, согласно широко распространенным представлениям, испытывал неоднократные малоамплитудные колебания уровня.

В общем случае трансгрессивные фазы должны сопровождаться возрастанием доли морских вод и, соответственно, менее негативными значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ карбоната раковин моллюсков. В регрессивные фазы должна наблюдаться обратная картина – более негативные значения изотопного состава углерода, что, как правило, и наблюдается на открытых океанических побережьях. Однако, подобная схема может существенно трансформироваться в условиях внутренних морей (типа Азовского и Черного), характеризующимися особенностями формирования водного баланса в условиях климатических флуктуаций позднего голоцена.

Проведенные исследования изотопного состава кислорода карбоната раковин Черного моря в голоцене показали, что на фоне малых температурных изменений (в пределах первых градусов) за последние 5,0–7,0 тыс. лет в большинстве случаев их вариации из-за изменения температуры воды пренебрежимо малы [1]. Основным фактором, определяющим временную изменчивость $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ карбонатов Азово-Черноморского бассейна, являлась нестабильность изотопного состава кислорода воды под влиянием изменений речного стока. Результаты проведенных исследований изотопного состава кислорода карбонатов раковин Азовского моря показали, что в распределении значений $\delta^{18}\text{O}$ отмечается вполне определенная пространственная изменчивость, отражающая контрастность в изотопном составе поступающих через Керченский пролив черноморских вод ($-1,5\text{‰}$) и опресненных водных масс Таганрогского залива ($-3,5 - 4\text{‰}$). В среднем величина $\delta^{18}\text{O}$ карбонатов раковин открытой части Азовского моря близка к $-3,4\text{‰}$ [1].

Изотопные исследования включали раковинный материал из зольников и святилищ, охватывающих временной интервал с V–IV вв. до н.э. по V в. н.э., а также отобранный из отложений древнебереговых образований трансгрессивной фазы среднего голоцена (3,5–4,5 тыс. л.н.) и береговых валов нимфейской трансгрессивной фазы, охватывающей последнее тысячелетие. Хронологически соотносимый с фанагорийской регрессией раковинный материал из культурных отложений характеризует палеогеографические условия побережья в условиях относительного понижения уровня моря. Учитывая видоспецифичность формирования изотопного состава углерода карбоната раковин, исследовались два наиболее распространенных в позднеголоценовых отложениях вида моллюсков: *Cardium edule* и *Chione gallina*.

Как показали результаты проведенных исследований, распределение значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ раковинного материала характеризуется существенными различиями в пределах охарактеризованного интервала времени и отражает изменения солёности бассейна под влиянием колебаний в речном стоке. Средние значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ карбонатов раковин современных моллюсков составляют 0,5 – $-1,5$ и $-4,5 - 6,1$ соответственно. Для раковинного материала новочерноморской трансгрессивной фазы (4,5–3,0 тыс. л.н.) вели-

чины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ составляют $-1,0 - 0,5 \text{ ‰}$, а $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ $-2,5 - 4,5 \text{ ‰}$ соответственно. Изотопный состав кислорода карбонатов раковин из отложений регрессивной фанаторийской стадии (3,0–1,5 тыс. л.н.) и культурных отложений античного времени отличаются относительно повышенными значениями: величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ составляют $1,0 - 0,5 \text{ ‰}$, а $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ $-2,0 - 3,5 \text{ ‰}$, что отражает в целом более осолоненные условия юго-западной части акватории Азовского моря в период относительного понижения уровня моря на границе суббореального и субатлантического периодов голоцена.

Ограниченность фактического материала позволяет рассматривать полученные результаты как предварительные, нуждающиеся в дальнейшей детализации за счет расширения возрастного диапазона исследуемого материала, характеризующего более широкий спектр палеогидрологических условий Азово-Черноморского бассейна в голоцене.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 07-05-01000).

1. Николаев С.Д. Изотопная палеогеография внутриконтинентальных морей. М.: ВНИРО, 1995. 127 с.

2. Keith M.L., Anderson G.M., Eicheler R. Carbon and oxygen isotopic composition of mollusk shell from marine and freshwater environments // Geochim. Cosmochim. 1964. Acta, 28. P. 1787.

The isotope composition of oxygen of carbonate of mollusks shells from deposits of regressive Fanagoriya stage (3,0–1,5 ky) and cultural sediments of Antique time are characterized by comparatively abnormally high indexes $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ($1,0 - 0,5 \text{ ‰}$) and $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ ($2,0 - 3,5 \text{ ‰}$). They reflected more saline conditions in the south-western part of the Sea of Azov during the Subboreal – Subatlantic border period of the Holocene.

**Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, А.Я. Ильев²,
В.М. Кайстренко², Т.А. Гребенникова¹, Е.Д. Иванова¹,
А.А. Харламов³**

(¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; Владивосток, e-mail: fnadya@tig.dvo.ru; ²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, e-mail: victor@imgg.ru; ³Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН; Москва, e-mail: harl@sio.rssi.ru)

**Проявление палеоцунами на Малой Курильской гряде
в среднем–позднем голоцене**

**N.G. Razzhigaeva¹, L.A. Ganzei¹, A.Ya. Il'ev², V.M. Kaistrenko²,
T.A. Grebennikova¹, E.D. Ivanova¹, A.A. Harlamov³**

(¹Pacific Institute of Geography, Far East Branch Russian Academy of Science, Vladivostok; ²Institute of Marine Geology and Geophysics, Far East Branch Russian Academy of Science, South-Sakhalinsk; ³Institute of Oceanology, Russian Academy of Science, Moscow)

Paleotsunami on Minor Kurile arc at Middle-Late Holocene

Острова Малой Курильской Гряды представляют большой интерес для реконструкции проявления палеоцунами, поскольку они максимально приближены к склону Курило-Камчатского желоба, где расположено большинство эпицентров землетрясений, вызывающих цунами в этом районе. Поиск следов палеоцунами проводился в разрезах торфяников и озерных отложений на о-вах Шикотан, Зеленый, Юрий и Танфильева. Обследовались бухты, отличающиеся конфигурацией береговой линии, геоморфологическим строением и по разному ориентированные к фронту цунами. Обширные болотные массивы располагаются в вершинах бухт и на низменных перешейках. Нижняя часть большинства речных долин сильно заболочена и в разрезах торфяников хорошо сохраняются осадки, принесенные волнами цунами. Поиск следов цунами проводился также по заболоченным долинам водотоков I–II порядка, эрозионный врез которых не превышает мощность торфяников. Разрезы изучались по профилям от береговой линии вглубь суши с проведением нивелирования. Целью работы являлось идентификация следов цунами в голоценовых разрезах, анализ состава осадков, восстановление высоты и дальности заплеска, определение возраста, частоты проявления событий и корреляция с данными, полученным по сопредельным островам. Одной из задач был анализ факторов, контролирующих осадконакопление во время прохождения цунами разной интенсивности. Проанализирован структурно-вещественный состав осадков цунами Шикотанского землетрясения 1994 г., ряда исторических цунами и палеоцунами среднего-позднего голоцена. Одним из критериев распознавания фаций цунами является диатомовый анализ. По сравнению с отложениями трансгрессивных фаз голоцена в цунамигенных осадках отмечено более высокое содержание

океанических и неритических диатомей и отмечена плохая сохранность створок. Наиболее богатые комплексы встречены на участках, где переотлагался материал с подводного берегового склона. Цунамигенное происхождение осадков подтверждается хорошей корреляцией одновозрастных прослоев песка из разрезов, расположенных на различных участках побережья и даже разных островах. Возрастная привязка отложений проводилась по данным радиоуглеродного датирования и тефростратиграфии.

Следы цунами представлены прослоями песка (мощностью до 20 см). Специфику осадконакопления на островах помимо характеристик цунами определяет дефицит обломочного материала в береговой зоне, его состав и топография затопляемой суши. Состав осадков контролируется ходом эрозионно-аккумулятивных процессов во время прохождения цунами и во многом унаследован от источников поступления материала. Именно источники материала во многом контролируют структурные характеристики осадков цунами, которые отличаются от песков пляжа, штормовых валов и дюн. Для осадков цунами характерен «хвост» тонких фракций, они хуже отсортированы по сравнению с осадками пляжа и дюн. Средний размер зерен уменьшается по мере удаления от берега. Сортировка этих отложений может меняться в достаточно широких пределах, и в случае, когда волна «гасится» каким-то барьером (абразионным уступом) откладывается умеренно и плохо сортированный материал. В целом, степень сортированности цунамигенных осадков ниже, чем осадков штормовых нагонов. Наиболее крупные цунами оставляют материал более однородной структуры, хорошо выдержанной по простирацию слоя, позволяющей коррелировать слои в частных разрезах. Цунамигенные осадки представлены как терригенными, так и пемзовыми песками, имеющих разный механизм осаждения за счет различий в гидравлической крупности. Цунами, следы которых представлены пемзовыми песками, вероятно, происходили синхронно с вулканическими извержениями в периоды усиления сейсмической активности. В этих условиях поступление большого количества вулканогенного материала в морские акватории способствовало сохранению следов этих событий. Крупный пемзовый материал легкий, сохраняет плавучесть и способен переноситься на большое расстояние вглубь суши. На уплощенных островах этот материал более мобильный, с краевых частей центральных болотных массивов он смывался в речные долины. Находки слоев грубого состава могут фиксировать положение заплеска волны цунами. Вероятно, некоторые слои, насыщенные пемзовым гравием, фиксируют заплески повторных волн меньшей силы. Накопление осадков цунами связано с особенностями прохождения прямого и обратного потока, контролирующих поступление и вынос материала. Максимальные мощности осадков в долинных торфяниках наблюдаются на участках изгибов, где идет ослабление волны, как прямого, так и обратного потока. Разгрузка материала за счет торможения волны может наблюдаться у естественных барьеров. Как правило, здесь откладывается

более крупный материал, который не захватывался обратным потоком. В долинах, открытых фронту цунами, осадки цунами сохраняются только в верховьях, где прямой поток достигает нулевой скорости. Пески здесь лучше сортированы, характеризуются более выдержанной структурой по простирацию слоя, более мелкозернистые и часто имеют примесь алеврита. В нижней части долинных торфяников осадок не сохраняется, поскольку материал выносился обратным потоком.

Наиболее информативным объектом для поиска следов палеоцунами является о. Шикотан поскольку эти события здесь проявляются наиболее ярко, особенно на тихоокеанском побережье. Разрезы голоценовых отложений острова включают многочисленные прослои осадков исторических и палеоцунами, позволяющих восстановить наиболее детально летопись этих событий для данного региона. Максимальное количество прослоев цунамигенных песков найдено на побережье бух. Димитрова в отложениях барьерных палеоозер и длительно существующих болотных массивов в нижних частях долин низкопорядковых водотоков. В разрезах фиксируются следы наиболее сильных цунами (с высотой заплеска 5 и более метров), частота их проявления за последние 6 тыс. лет была неравномерной. Наиболее активно эти события происходили в период 1500–500 л.н. На о-вах Зеленый и Юрий установлены следы 15 палеоцунами, отвечающие наиболее сильным событиям в среднем–позднем голоцене. Частота повторяемости сильных цунами (с высотой заплеска более 5–8 м) в данном районе может быть оценена один раз в 500 лет, более сильные цунами, проходили не чаще, чем один раз в 1000 лет.

Грант по разделу 1 Президиума РАН 06-I-ОНЗ-106 и РФФИ 05-05-64063, 05-05-64733, 05-05-64585.

Paleotsunami deposits from Middle-Late Holocene peat bogs and lacustrine sequences were studied on Minor Kurile Arc. Age, height and inundation area were reconstructed for different coasts. Paleotsunami frequency was irregular, high reiteration of the events took place during Middle of Late Holocene. Grain size composition of tsunami sands was analysed and compared with other coastal facies. Sources of paleotsunami material were established.

Ю.В. Ростовцева

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Роль микробных матов в образовании карбонатных осадков (на примере отложений среднего сармата Керченско-Таманского прогиба)

Yu.V. Rostovtseva

(Lomonosov Moscow State University, Russia)

The role of benthic microbial mats during the formation of carbonate deposits (middle sarmat, Kerch-Taman region)

Отложения среднего сармата широко распространены в пределах Керченско-Таманского прогиба. Низы среднего сармата состоят из темно-серых глин. Верхняя часть среднесарматских отложений отличается пестротой литологического состава и представлена двумя основными типами разрезов: известковым и известково-глинистым. Известковый тип отложений (~20 м), выделяемый в западной и центральной частях Керченского п-ва, характеризуется присутствием цельнораковинных и детритовых известняков, сочетающихся с прослоями карбонатной гальки и тонкозернистых песков, а также развитием биогермных нубекулярных и мшанковых (винкуляриевых) известняков. Известково-глинистый тип разреза (20–60 м), представленный чередованием глинистых и карбонатных пород, наблюдается в юго-восточной части Керченского п-ва и на Таманском п-ове [1]. В результате проведенного исследования, впервые выявлено участие микробных матов (microbial mats) в формировании карбонатных пород в рассматриваемых известково-глинистых отложениях верхней части среднего сармата. В ходе данных работ наиболее детально изучались отложения среднего сармата, вскрытые на азовском (п. Приазовский – п. Кучугуры) и черноморском (г. Зеленского) побережьях Таманского п-ва, а также в районе м. Коп-Такыл на Керченском п-ве.

В рассматриваемых известково-глинистых отложениях верхней части среднего сармата карбонатные породы чаще всего образуют: 1) тонкоплитчатые пласты, мощностью до 0,2–0,5 м, представленные 0,5–2 см наслоением пелитоморфных, а также пелитоморфных и зернистых (пеллоидных) известняков, обычно доломитизированных; 2) интервалы, мощностью 0,1–0,3 м (реже больше), тонкого (от мм до 1–2 см) переслаивания глин, в основном, с пелитоморфными известняками (рис. а). Тонкоплитчатые пласты и интервалы переслаивания карбонатных пород в разрезе чередуются с прослоями (до 3 м) тонкослоистых глин. В глинах местами отмечаются заметные количества спикул кремневых губок, обилие битых и целых створок бентосных диатомей (*Synedra fasciculata*, *Achnanthes baldjikii*, *Nitzschia epithemioides* и др. – определения Т.Ф. Козыренко) и низкие содержания планктонных видов кремневой флоры. Наблюдаются отдельные горизонты (до 3–4 см) скоп-

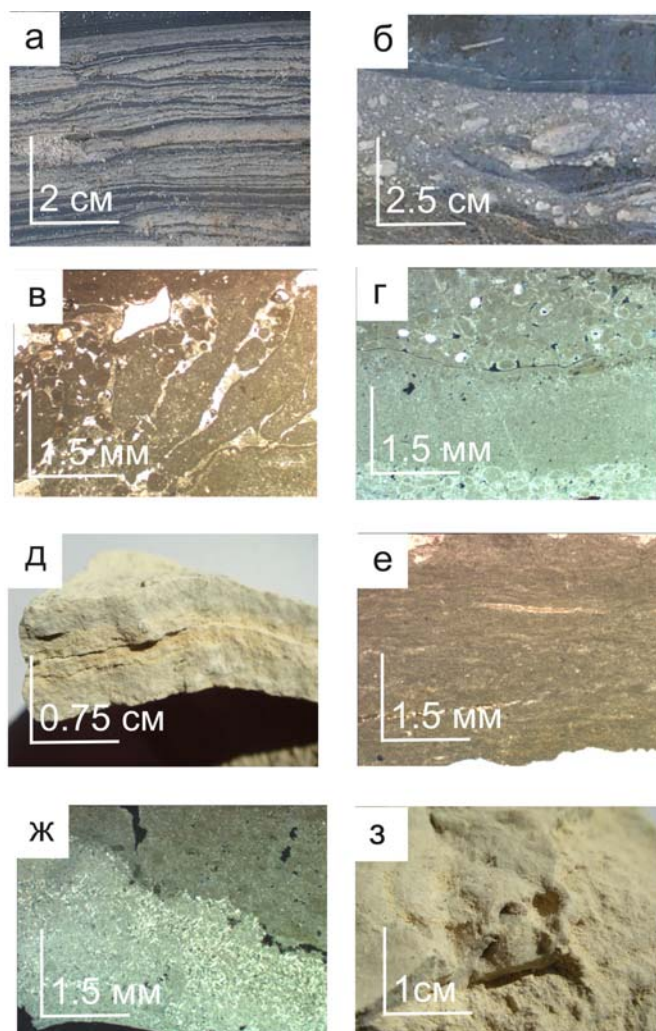


Рис. Карбонатные породы среднего сармата Керченско-Таманского прогиба.
а – тонкое (мм) переслаивание карбонатных и глинистых пород (г. Зеленского);
б–в – горизонты с карбонатной галькой (г. Зеленского (б), м. Коп-Такыл (в));
г – переслаивание тонкозернистых и водорослевых известняков (г. Зеленского);
д – волнистослоистые пелитоморфные известняки (п. Кучугуры), е – линзовидно-
волнистая микроструктура в известняках (шлиф обр. д); ж – «стержневая» структура
в известняках (п. Кучугуры); з – деформации прослоев известняков (макроснимок
обр. ж)

лений плоской гальки, сложенной известняками, встречающимися в разрезе (рис. б, в). В нижней части рассматриваемых отложений присутствуют прослои комковато-водорослевых, детритовых, местами оолитовых и целнораковинных известняков (рис. г).

Среди пелитоморфных известняков (относимых ранее к мергелям) выделяются разновидности: волнистослоистые с развитием линзовидных и «стержневых» микроструктур, тонкозернистые и сгустково-тонкозернистые (рис. д). В волнистослоистых пелитоморфных известняках линзовидная микроструктура подчеркивается тонким прерывистым чередованием микритовых и микроспаритовых выделений карбоната, «стержневая» – развитием на фоне тонкозернистой массы вторичных кристаллов карбоната, ориентированных косо и перпендикулярно по отношению к поверхности напластования (рис. е, ж). Для последнего типа известняков выявлены текстуры сингенетических деформаций (взламывания и «скручивания») (рис. з). Тонкозернистые и сгустково-тонкозернистые пелитоморфные известняки характеризуются структурами, свойственными для криптоводорослевых карбонатов, а также наличием прослоев волнисто-линзовидной формы и различными проявлениями оруденения в кровельной части (рис. г). По морфологии слоев, развитию тонкозернистых и сгустковых микроструктур, наличию микрораздувов и типу текстур сингенетических деформаций описываемые виды пелитоморфных известняков были сопоставлены с образованиями микробных матов.

Предполагается, что накопление изучаемых известково-глинистых отложений среднего сармата происходило в обстановке мелководного шельфа (до 50–70 м), преимущественно ниже базиса действия обычных волн, при низких скоростях терригенной седиментации и периодическом штормовом взмучивании и переотложении осадков. Незначительное поступление обломочного материала с суши, общее обмеление и изменение солёности вод бассейна способствовали широкому развитию микробных сообществ, образованию, в зависимости от глубины вод, различных видов биоматов и эпизодическому проявлению биотурбации. Интенсивность биопродуктивности и количество поступающего с суши обломочного материала контролировалось сочетанием целого ряда факторов: сменой гидродинамических режимов, сезонными флуктуациями, климатическими изменениями, биологической саморегуляцией и др.

Работа выполнена при финансовой поддержки гранта РФФИ № 07-05-00795

1. Стратиграфия СССР. М.-Л.: АН СССР, 1940. Т. 12: Неоген СССР. 687 с.

A considerable composition of the middle sarmatian deposits of Kerch-Taman region, includes of micritic carbonate rocks. These carbonate rocks are considered remnants of benthic microbial mats. Irregular internal laminae, cryptalgal fabrics and mechanical deformation provide evidence for this interpretation.

О.В. Руденко

(Орловский госуниверситет, Орел, olrudenko@orl.ru)

Палинозональная корреляция морских шельфовых и терригенных отложений голоцена Западно-Арктического региона

O.V. Rudenko

(Orel State University, Orel)

Palynozonal correlation of the marine shelf and terrigene Holocene deposits of the Western Arctic Region

Основная цель работы заключалась в палинологическом обосновании стратиграфического расчленения и последующей корреляции палинозон, выделенных в разнофациальных осадках голоцена, формировавшихся в специфических природных обстановках морского и материкового перигляциала в двух ключевых районах высокоширотной Арктики – Шпицбергенском и Западно-Новоземельском. Проведено обобщение результатов палинологического анализа 36 грунтовых колонок, отобранных в 1980–1993 гг. в экспедициях НИС ОАО МАГЭ (г. Мурманск) в ходе государственной геологической съемки шельфа Баренцева моря масштаба 1:1000000 и договорных работ с трестом «Арктикуголь», а также опубликованных материалов изучения озерно-болотных отложений островов Западный Шпицберген [1, 2, 3, 4] и Южный [5], имеющих радиоуглеродные датировки. Подобное исследование позволяет частично ликвидировать определенную разобщенность между исследованиями на островной суше и прилегающем шельфе.

Как на шельфе и во фьордах Западного Шпицбергена, так и в районе Западно-Новоземельского шельфа изученные колонки вскрывают толщу оливково-серых сильно обводненных мелкоалевритовых пелитов разной степени вязкости и пластичности, соответствующих 1 осадочному сеймо-стратиграфическому комплексу Баренцевоморского региона (анненскому горизонту), сопоставимому с голоценом [6, 7]. Мощность вскрытых донным опробованием отложений анненского горизонта составила от 40 см (ст. 62-5 – 72°33' с.ш., 51°12' в.д.; гл. моря 156 м) до максимально 320 см (ст. 26-33 – 74°00' с.ш., 51°32' в.д.; гл. моря 145 м). В районе Западно-Новоземельского мелководья отложения голоцена подстилаются толщей верхневалдайских ледниково-морских осадков североканинского горизонта, представленных плотными пластичными глинистыми алевритами с обилием гальки, обломков раковин моллюсков. Применение палеоэкологического метода и выделение доминирующих и руководящих таксонов в спорово-пыльцевых спектрах позволило установить в отложениях голоцена Западно-Шпицбергенского шельфа 4 провинциальные палинозоны (ППЗ). ППЗ-1 «*Betulaceae-Ericales-Bryales*» характеризуется минимальным для всего разреза содержанием пыльцы трав и кустарничков (2–16%), доминированием спор бриевых

мхов (до 65%) и максимальным содержанием пыльцы растений древесно-кустарникового типа, в том числе и дальнезаносной родов *Pinus* и *Alnus*. Больше, в сравнении с рецентными спектрами, количество пыльцы вересковых, в настоящее время наиболее термофильного растения архипелага, позволяет предполагать более теплые, чем современные, климатические условия этапа формирования ППЗ-1. Коррелируется с палинозоной 1 торфяника Stuphallet-2, отражающей смену природных условий в сторону прогрессирующего увлажнения.

ППЗ-2 «*Varia – Poaceae – Bryales*» характеризуется резким уменьшением количества дальнезаносной пыльцы хвойных (менее 1–5%) и максимальным содержанием пыльцы травянистых растений (до 42%). Доминирование характерного таксона *Poaceae*, а также присутствие пыльцы *Ranunculus type*, *Brassicaceae*, *Oxyria digyna* (L.) Hill позволяет коррелировать ППЗ-2 с палинозой «*Varia-Poaceae*» разреза торфяника на северном берегу Бельсунн-фьорда, сформированной в период до 2800 л.н., а также с палинозой «2A – *Varia (Saxifraga rivularis+Ranunculus hyperboreus)*» торфяника Stuphallet-2, формирование которой относится к хроноинтервалу 3170 ± 50 – 3035 ± 45 л.

ППЗ-3 «*Cyperaceae – Salix*». Характеризуется резким уменьшением количества спор бриевых мхов (до 15%), дальнезаносной пыльцы сосны и ольхи, значительным увеличением количества пыльцы рода *Salix*. Присутствие таксонов-индикаторов *Cyperaceae*, *Salix herbacea* L. и *S. polaris* Wahlenb. позволяет провести корреляцию ППЗ-3 с палинозой *Cyperaceae-Salix*, четко прослеживающейся на всех палинодиаграммах торфяников Шпицбергена и отражающей этап существенного увлажнения климата и широкого распространения в растительном покрове побережья торфообразующих болотных растительных ассоциаций. Хроноинтервал ее формирования – от ~2,5 до ~1,9 тыс. л.н.

ППЗ-4 «*Cyperaceae – Poaceae*». Основа выделения во всех разрезах – максимум пыльцы *Cyperaceae*, *Ericales*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Saxifraga spp.* Коррелируется с палинозонами *Saxifraga-Brassicaceae* торфяника Stuphallet-2, *Cyperaceae-Poaceae* торфяников долины Семмельдален и болота Нурдам, формировавшимися в последние 1,5 тыс. лет.

В голоценовых отложениях Западно-Новоземельского шельфа установлены 4 провинциальных палинозоны, каждая из которых разделена на две подзоны. ППЗ-1 «*Lycopodium*» характеризуется постоянным присутствием в спектрах пыльцы вересковых, ели и максимальным количеством спор плаунов (до 42%). Вверх по разрезу увеличивается содержание пыльцы злаков и осок, что свидетельствует о нарастающем увлажнении климата. Присутствие таксона *Bryales* позволяет коррелировать ППЗ-1 с палинозой *Cyperaceae-Bryales* торфяника долины р. Северная Крестовая, формирование которой происходило в хроноинтервале 10550 ± 160 – 8210 ± 90 л.

Присутствие характерных таксонов *Betula* и *Bryales* в спектрах ППЗ-2 «*Betula-Alnaster-Bryales*» позволяет коррелировать ее с палинозой

«*Betula-Cyperaceae-Bryales*», установленной в верхнем слое торфяника долины р. Северная Крестовая, накопление которого началось, согласно радиоуглеродным данным, 8210 ± 90 л.

ППЗ-3 «*Betula-Ericales*» коррелируется с ППЗ-1 «*Betulaceae-Ericales-Bryales*» Шпицбергенского региона по наличию в спектрах большого количества дальнезаносной пыльцы *Pinus* и присутствию характерных таксонов *Betula sect. Nanae*, *Bryales*, а также единичной пыльцы представителей семейства *Ericales*.

ППЗ-4 «*Pinus-Betula*» характеризуется обедненным составом спектров, представленным преимущественно дальнезаносной пылью хвойных и единичными находками пыльцы *Ericales*. Наличие характерных таксонов *Brassicaceae* и *Saxifraga sp.* позволяет коррелировать ППЗ-4 с ППЗ-2 Шпицбергенского региона.

1. Зеликсон Э.М. Палинологическое исследование голоценового торфяника на Шпицбергене // Палинология голоцена. М., 1971. С. 199–212.

2. Кнаар W. A pollen diagram from Brøggerhalvøya, Spitsbergen: changes in vegetation and environment from ca. 440 to ca. 800 BP // Arctic and Alpine Res., 1988. 20 (1). P. 106–116.

3. Серебрянный Л.Р., Тишков А.А., Малясова Е.С. Реконструкция развития растительности в высокоширотной Арктике // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. 1984. №6. С. 75–84.

4. Дорожкина М.В. Палинологическое изучение голоценовых озерно-болотных отложений района озера Нурдамен, Земля Бюнсва, остров Западный Шпицберген // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. С. 167–173.

5. Serebryanny L., Andreev A., Malyasova E., Tarasov P., and Romanenko F. Lateglacial and Early Holocene environments of Novaya Zemlya and the Kara Sea Region of the Russian Arctic // Holocene. 1998. 8. P. 323–330.

6. Гриценко И.И., Крапивнер Р.Б. Новейшие отложения Южно-Баренцевского региона: осадочные (седиментационные) сейсмостратиграфические комплексы и их вещественный состав // Новейшие отложения и палеогеография северных морей. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1989. С. 28–45.

7. Polyak L., Lechman S.J., Gataulin V. and Timoty Jull A.J. Two-step deglaciation of the southeastern Barents Sea // Geology. 1995. 23. P. 567–571.

Based on paleoecological method palynostratigraphic cross-correlation of Holocene marine shelf and ^{14}C -dated terrestrial peat-bog deposits from Western Spitzbergen and Novaya Zemlya region was worked out.

Е.С. Саранцев, В.Н. Свальнов

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва)

Текстуры и микроструктуры четвертичных осадков

Бразильской котловины

E.S. Sarantsev, V.N. Sval'nov

(P.P.Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science, Moscow)

**Textures and Microstructures of Quarternary Sediments
of the Brazil Basin**

Четвертичные осадки, вскрытые гравитационными трубками в осевой зоне Бразильской котловины в 18-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов”, представлены окисленными миопелагическими глинами, в разной степени восстановленными гемипелагическими глинами, известковыми, глинисто-известковыми, известковисто-глинистыми и диатомовыми (этмодискусовыми) илами. В ряде колонок обнаружены марганцево-железистые конкреции и их фрагменты, а также обломки измененных пород.

Для миопелагических глин характерны марганцево-железистые макро- и микроконкреции, встречаются костный детрит и редкие кристаллы филлипсита. Иногда эти глины обогащены радиоляриями, диатомеями, фораминиферами и кокколитами. Среди гемипелагических глин различаются бескарбонатная разновидность, глины слабоизвестковистые и обогащенные радиоляриями и диатомеями. Всего в миопелагических и гемипелагических глинах обнаружено более 50-ти видов диатомей. Известковые осадки в основном сложены скелетными остатками фораминифер и кокколитофорид. Главным компонентом диатомовых (этмодискусовых) илов являются опаловые створки гигантской диатомеи *Ethmodiscus rex*.

Текстура определяется совокупностью признаков строения осадка, связанных с относительным расположением и распределением его компонентов. В изученных разрезах проявлены слоистые и неслоистые текстуры. Как правило, слоистость вызвана сменой условий седиментации, а также эпизодическим поступлением материала, инородного для конкретной фациальной обстановки. Кратковременные вариации условий осадконакопления приводят к формированию тонкослоистых (слоистых) толщ (в частности, этмодискусовых илов). Примером эпизодического отложения инородного вещества служит резкая смена миопелагических глин гемипелагическими.

В осадках Бразильской котловины довольно широко представлены неслоистые текстуры. Прежде всего, необходимо отметить пятнистость (мраморовидность), обусловленную диагенетическим перераспределением оксигидроксидов железа и марганца в биотурбированных толщах. Еще один тип пятнистости связан с переотложением биогенного материала слабыми придонными течениями. В результате образуются светлоокрашенные линзочки и пятна нечетких очертаний. В изученных разрезах пятнистые текстуры вы-

званы также рассеянными в толще осадков марганцево-железистыми конкрециями и обломками измененных пород.

Структуры осадков зависят от формы, размеров и взаимоотношения частиц. Миопелагические и гемипелагические глины отличаются пелитоморфной структурой. Для них характерна чешуйчатая наннотекстура, обусловленная терригенными глинистыми минералами. Особенностью планктоногенных илов являются детритовые биоморфные структуры. В изученных осадках выделяются фораминиферовая и этмодискусовая детритовые структуры, а также кокколитовая наннотекстура. В смешанных осадках на фоне обломочных и пелитоморфных структур могут проявляться биоморфные структуры и наоборот.

Laminated and structureless textures, connected with sedimentation environment changes, diagenetic processes and subsurface currents activity were determined in Brazil basin sections. Flaky nanostructure is typical for clays; biogenic sediments have biomorphic detrital structures.

В.Н. Свальнов, Е.С. Саранцев

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва)

**Четвертичная седиментация под антициклоническими
круговоротами Атлантики**

V.N. Sval'nov, E.S. Sarantsev

(P.P.Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science, Moscow)

**Quaternary Sedimentation Under Anticyclone Circulations
of the Atlantic Ocean**

Осадкообразование в океане контролируется в значительной мере глобальной циклонической и антициклонической циркуляцией поверхностных вод. Циклонические тропические и высокоширотные круговороты характеризуются высокой биологической продуктивностью, особенно в зонах дивергенции (за счет подъема глубинных вод, обогащенных питательными веществами).

Огромные пространства в Мировом океане заняты антициклоническими субтропическими макроциркуляционными системами. В этих системах центростремительные силы вызывают накопление и опускание вод в их центральных частях – зонах конвергенции. По периферии антициклонического круговорота происходит подъем вод. Зоны конвергенции отличаются наименее благоприятными условиями для развития планктона и жизнедеятельности биоса в целом, что находит отражение в типах осадков и скоростях седиментации.

Южный субтропический атлантический антициклон образуют течения Бенгельское, Южное пассатное, Бразильское и Южно-Атлантическое (западных ветров). В формировании северной субтропической атлантической антициклонической системы участвуют течения Гольфстрим, Канарское, Северное пассатное и Антильское.

В Канарской котловине (северный антициклонический круговорот) вскрыты (40-й рейс НИС “Академик Курчатов”) плейстоцен-голоценовые отложения. На глубинах менее 4900 м разрезы представлены окисленными карбонатными илами: кокколитовыми, кокколитово-фораминиферовыми, глинисто-известковыми. В интервале глубин 5100–6000 м повсеместно распространены окисленные терригенные миопелагические глины, нередко включающие слои биогенных карбонатных турбидитов.

На поверхности и в толще миопелагических глин встречаются довольно многочисленные разновозрастные марганцево-железистые конкреции с признаками переотложения. Ядрами конкреций в основном послужил эдафогенный материал – обломки магматических и метаморфических пород (перидотитов, габбро, долеритов, метаморфитов по перидотитам); подчиненная доля приходится на глинистые окатыши и зубы акул.

Среди тяжелых минералов крупноалевритового размера (0,1–0,05 мм) суммарно преобладают эдафогенные тремолит и актинолит, моноклинные и ромбические пироксены, роговая обманка, оливин, хлорит, сфен, рутил, пренит; подчиненное значение имеют терригенные минералы (гранаты, минералы группы эпидота, корунд, апатит, циркон, турмалин) и аутигенный барит. Легкие минералы в основном представлены терригенными кварцем, полевыми шпатами, наземно-вулканогенным кислым стеклом, аутигенными цеолитами и глауконитом, нередко присутствуют (иногда в значительных количествах) эдафогенные серпентин и основные плагиоклазы.

В Бразильской котловине (южный антициклонический круговорот) в плейстоцен-голоценовых разрезах преобладают окисленные терригенные миопелагические глины, нередко включающие марганцево-железистые конкреции, фрагменты измененных пород и конкреций. Для котловины весьма характерны локальное формирование тонкослоистых этмодискусовых (диатомовых) илов, размыв и перераспределение осадочного материала холодными придонными антарктическими водами, турбидными потоками, обрушениями и оползнями разного масштаба. Южно-Атлантический хребет служит источником эндогенного вещества (дезинтегрированные базальтоиды, металлоносные растворы), участвующего в процессах седиментации в Бразильской котловине. Средняя скорость накопления миопелагических глин составляет около 3 мм/1000 лет.

There are adverse conditions for bios activity in central parts of anticyclonic circulations of Atlantic surface currents. This contributes to slow (~ 3 mm/1000 years) accumulation of Pleistocene-Holocene miopelagic clays. Under anticyclones Fe-Mn nodules are forming, processes of matter distribution are widely spread: subsurface current's erosion, redeposition by turbidity currents landslides and collapses.

В.М. Соболев

(Московский государственный университет, Географический факультет,
e-mail: terri39@mail.ru)

Четвертичные отложения и палеогеография Горла Белого моря

V.M. Sobolev

(Moscow State University, Geographical Faculty)

Quaternary sediments and paleogeography of the Gorlo-Strait (White Sea)

Самые древние отложения четвертичного разреза вскрыты в морской скважине 2 у Зимнего берега, вблизи устья р. Золотица в интервале -60–70 м. Возраст этой 10-метровой пачки глинистых песков с примесью ракушечного детрита, по данным термолюменисцентного анализа (МГУ), колеблется от 110 до 160 тыс. лет. По сейсмоакустическим данным (СА), к микулинским отложениям относятся достигающие 100-метровой мощности осадки, vyplняющие на шельфе понижения дочетвертичного рельефа и имеющие залегание кровли на отметках от -65 до -200 м. Более полный (мощностью до 90 м) изучен по скважине 1229 (интервал -60–90 м) в устье р. Б. Това (Зимний берег), где он охарактеризован бореальными фораминиферами с преобладанием эльфидиид и нонионид.

Средневалдайские морские отложения в Горле Белого моря не выделены, но широко распространены на Терском берегу и менее – на Зимнем. На Зимнем берегу Горла они выделены нами в береговом обрыве междуречья рр. Б. и М. Това на основании радиоуглеродных датировок по раковинам моллюсков (27900 ± 1160). Представлены эти отложения песками с гравием, галькой, ракушей мощностью до 12 м.

В поздневалдайское время Горло Белого моря – арена проявления нескольких стадийных подвижек и распада ледникового покрова. Так, в районе Зимнего берега у м. Инцы сейсмоакустическими исследованиями установлено мористое продолжение моренных гряд, идущих с Беломорско-Кулойского плато. Кулисообразное продолжение этих гряд продолжается вплоть до Кедовских кошек (Воронка Белого моря). На Терском шельфе Горла Белого моря по материалам сейсмоакустики установлена серия из 7 кулисообразных моренных гряд с мощностью ледниковых отложений до 100 м.

С распадом ледникового покрова в Горле начинается формирование приледниковых бассейнов. Анализ палинологических спектров отложений, вскрытых глубокими скважинами, позволяет связать отдельные события климато-стратиграфической шкалой. Формирование приледникового озерного бассейна у Терского берега началось в аллереде. Ледниково-озерные отложения представлены здесь (скв. 1–2) плохосортированными осадками, содержащими примерно в равных количествах мелкопесчаную, алевроито-

вую и глинистую фракции, мощностью около 18 м. Об озерно-ледниковом генезисе толщи говорит состав диатомей, включающих в большом количестве пресноводные виды [1]. Озерно-ледниковые условия существовали в это время в Двинском и Онежском заливе, а впадина Белого моря была заполнена глыбой льда, где осадконакопление началось только в бореале [2]. Эволюция приледникового бассейна в Горле Белого моря шла по пути его постепенного распространения (заполнения) от Терского берега к Зимнему.

Впервые связь с морем приледникового бассейна установилась в позднем дриасе, о чем свидетельствует появление в осадках солоноватоводных диатомей и фораминифер. Уровень Мирового океана в это время был, согласно эвстатических кривых Н. Мернера и Р. Фейрбриджа, около -40–50 м. Порог по подошве послеледниковых отложений в Горле оценивается около -50–60 м [3]. На Терском побережье границы позднедриасовского бассейна захватывали поверхность 30-метровой абразионной террасы. Таким образом, можно оценить эвстатическое погружение Терского берега в то время: около -80–90 м.

Ледниково-морские условия существовали в Горле до конца бореального времени. Отложения этого возраста (поздний дриас-бореал) представляют монотонную в литологическом отношении пачку: песчано-алевритовые илы, плохосортированные или несортированные. От озерно-ледниковых отложений они отличаются повышенным (на 10–20 %) содержанием песчаных фракций, примесью гравийных зерен и небольшими включениями гальки (ледового разноса?). По данным бурения, мощность ледниково-морских осадков составляет 23–25 м, по данным СА – до 50 м. В конце бореального – начале атлантического времени в Горле отмечается понижение уровня моря, выраженное подводной террасой с уступом на современных глубинах -20–30 м. На поверхности этой террасы севернее и южнее мыса Инцы грунтовыми трубками вскрыты прослои торфа мощностью до 40 см.

Начиная с атлантического времени условия осадконакопления в Горле резко меняются в связи с повышением уровня Мирового океана. Морские отложения этой трансгрессии залегают с размывом на нижележащих отложениях. Лишь в самых глубоких участках Горла, сохранивших на этапе регрессии связь с морем, наблюдается постепенный переход от ледниково-морских к собственно морским отложениям. Как правило, последние выделяются по появлению раковин моллюсков и ракушечного детрита.

Основным фактором, определяющим осадконакопление в Горле Белого моря, начиная с атлантического времени, являются интенсивные приливно-отливные течения, формирующие характерные фации осадков и формы рельефа (например, гравийно-галечную отмостку на многих участках или песчаные «волны» против устьев рек, поставляющих песчаные фракции).

1. *Соболев В.М., Алешинская З.В., Полякова Е.И.* Новые данные о палеогеографии Белого моря в позднем плейстоцене-голоцене // Корреляция па-

леогеографических событий: материк – шельф – океан. Материалы конференции. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 120–130.

2. *Невесский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В.* Белое море. М.: Наука, 1977. 236 с.

3. *Гуревич В.И., Яковлева Т.В.* Мощность рыхлых отложений и дочетвертичный рельеф в Воронке и Горле Белого моря // Геоморфология и геология четвертичного периода севера европейской части СССР. Петрозаводск, 1976. С. 38–46.

Работа поддержана грантом РФФИ 05-05-64808

Complex study (lithological, micropaleontological, paleobotanical) of the material obtained from long and short cores drilled in the Gorlo of the White Sea with the results of the seismoacoustic were the basis for stratigraphic subdivision of the sediments and paleogeographical reconstruction of the region during Late Pleistocene-Holocene.

**Д.А. Субетто^{1,2}, В.Ф. Столба³, Д.Д. Кузнецов²,
И.Ю. Неуструева², Т.В. Сапелко², А.В. Лудикова²**

(¹РГПУ им. А.И. Герцена, С.-Петербург, Россия, e-mail: subetto@mail.ru;

²Институт озероведения РАН, С.-Петербург, Россия; ³Датский национальный фонд научных исследований, Центр Черноморских исследований, Орхус, Дания)

**Стратиграфия и хронология озерных отложений Крыма –
основа реконструкции голоценовых изменений уровня
Черного моря**

**D.A. Subetto^{1,2}, V.F. Stolba³, D.D. Kuznetsov²,
I.Yu. Neustrueva², T.V. Sapelko², A.V. Ludikova²**

(¹Russian State Pedagogical University, St.-Petersburg, Russia, e-mail: subetto@mail.ru;

²Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia; ³The Danish National Research Foundation's Centre for Black Sea Studies, Aarhus, Denmark)

**Stratigraphy and Chronology of the Lake Sediments from
Crimea as a Basis for Reconstructing the Black Sea Level
Fluctuations**

В рамках интердисциплинарного, международного датско-российско-украинского проекта «Северное Причерноморье в I тысячелетии до н.э.: история человека и климатические изменения» с участием Датского Центра Черноморских исследований, ИИМК РАН, Института озероведения РАН и Института географии НАНУ палеолимнологический отряд совместной экспедиции провел исследования летом 2005 г. донных отложений соляных озер Саки и Джарылгач (Западный Крым) (рисунок, таблица).

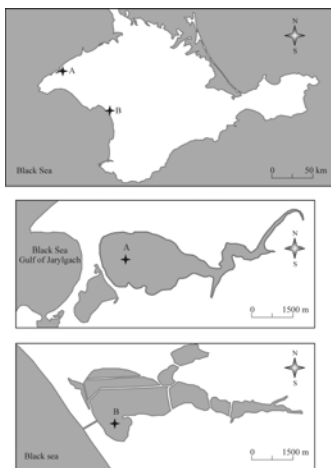


Рис. 1. Местоположение исследованных разрезов
(А – оз. Джарылгач, В – оз. Саки).

Таблица. Характеристика исследованных озер.

Озеро	Высота, м над у.м.	Широта	Долгота
Сакское	-0,7 (у.м. -0,4)	45° 06',8 С	33° 33',2 В
Джарылгач	-0,4 (у.м. -0,4)	45° 34',7 С	32° 51',7 В

В лабораторных условиях всем комплексом лито-, био- и хронологических методов были изучены керны донных отложений озер. Впервые отложения озер были датированы с помощью радиоуглеродного метода, всего по 5 проб из каждого разреза. Донные отложения оз. Джарылгач (мощность 4,8 м) представлены серыми, желтовато-серыми и зеленовато-серыми, преимущественно карбонатными илами с неотчетливо выраженной слоистостью и с высоким содержанием створок моллюсков в нижней части, и илами с более отчетливой слоистостью без створок моллюсков в верхнем 1,5 метровом слое.

Нижние горизонты отложений оз. Саки (общая мощность 4,8 м), представленные вязкой глиной с включениями гальки и обломков раковин, формировались в условиях морского залива. Выше лежащий тонкий горизонт песка с галькой и прослой зеленовато-серой глины с обломками раковин формировались в условиях понижения уровня воды (возможно, имел место перерыв в осадконакоплении) и постепенной изоляции залива от открытого моря пересыпью и образования лимана, а затем и озера с высокой минерализацией, в условиях которого начали формироваться хемогенные прослои. Всего визуализировано 1420 ± 70 слоев. Мощность слоев колеблется в широком диапазоне от 0,2 до 30 мм. Средняя мощность составляет 2,8 мм.

Полученные радиоуглеродные датировки свидетельствуют, что переход в отложениях оз. Саки от темной серовато-коричневой вязкой глины с включениями гальки к ритмично-слоистой иловой толще произошел около 3340–3610 гг. до н.э. или приблизительно 5500 л.н. Скорость осадконакопления, рассчитанная по радиоуглеродным датировкам, составила 0,73 мм/год. Скорость седиментации, полученная по двум другим датировкам из выше расположенных горизонтов (3,7 м – 2300–1700 гг. до н.э. и 2,157 м – 200–750 гг. до н.э.) составляет 0,73 и 0,55 мм/год соответственно. Причем максимальных значений (1 мм/год) она достигает, когда откладывалась иловая толща в промежутке 3,7–2,157 м.

Результат подсчета слоев оказался несопоставим с данными радиоуглеродного датирования, что может быть связано как с несовершенством методики, так и с наличием большого количества однородных прослоев, не связанных с ежегодным циклом осадконакопления.

По данным радиоуглеродного анализа осадки в основании разреза озера Джарылгач сформировались примерно 5260–4980 л. до н.э. (7120 ± 140 л.н.). Исходя из этого, средняя скорость осадконакопления составляет ~ 0,6 мм/год. Принимая во внимание все полученные датировки, можно выделить

два этапа – 1) от основания разреза до 2,65 м, когда темп седиментации изменялся в пределах 0,7–0,9 мм/год; 2) от 2,65 м до верха разреза, когда скорость осадконакопления уменьшилась и составляла 0,4–0,5 мм/год. Сопоставляя полученные датировки с данными остракодологического анализа, можно сделать следующие выводы. До 4300–4800 л.н. здесь существовал морской залив с изменчивой соленостью, причем до 5500 л.н. в этом заливе происходил свободный водообмен с морем, а позднее связь с морем стала более ограниченной. В это время здесь откладывались сначала серые и зеленовато-серые глины, а позднее желтовато-серая и зеленовато-серая гиттия. Скорость осадконакопления составляла 0,7–0,9 мм/год. На завершающем этапе существования морской лагуны в гиттии встречаются глинистые прослои. После 4300–4800 л.н. морская лагуна превратилась в обособленный от моря водоем, который постепенно мелел и соленость которого повышалась. На смену зеленовато-серой гиттии приходят светло-серая и темно-серая. Скорость осадконакопления уменьшается до 0,4–0,5 мм/год. После 2800 л.н. озеро представляет собой континентальный соленый водоем, фауна которого представлена специфическими видами остракод – *Cyprideis torosa* и *Eucypris inflata* – способными жить в горько-соленых озерах.

Проведенные впервые комплексные палеолимнологические исследования озер Западного Крыма позволяют сделать следующие предварительные выводы: (1) в обоих озерах были вскрыты отложения замкнутых сильно минерализованных водоемов (озер) перекрывающие морские отложения; (2) кровля морских отложений датируется радиоуглеродным методом для Сакского оз. 5340–5610 кал. л.н., для оз. Джарылгач 5590–5350 кал. л.н. Это свидетельствует, что к этому времени начали образовываться пересыпи, впоследствии полностью отделившие эти заливы от моря. Полное обособление оз. Джарылгач произошло около 4700 кал. л.н., т.е. приблизительно на 500 лет позже Сакского озера. Образование пересыпей связано с активизацией абразионных процессов в трансгрессивную фазу развития Черного моря.

Two long sediment sequences have been recovered from two lakes in Western Crimea (Lakes Saki and Dzharlygach) within a frame of the joint Danish-Russian-Ukrainian interdisciplinary project “Northern Black Sea in the 1st millennium BC: Human history and climate changes”. A detailed examination of retrieved cores included lithostratigraphy and varve counting, magnitostatigraphy, pollen, diatom and ostracod analyses as well as AMS C14 dating. The transition from the open-sea-environment conditions to the lagoon and consequently to the closed mineralized lakes is dated to ca. 5610–5340 calendar yrs BP for the Saki Lake and ca. 5590–5350 calendar yrs BP for Lake Dzharlygach.

Т.Е. Улановская¹, В.В. Калинин¹, Г.В. Зеленщиков²

(¹ООО "ВолгоградНИПИнефть", ОКТЬ "Орбита"; ²ОАО "Южгеология")

Палеоген российского сектора Каспийского моря

T.Y. Ulanovskaya¹, V.V. Kalinin¹, G.V. Zelenschikov²

(¹PLC "VolgogradNIPIneft", SDEB "Orbita"; ²JSC "Uzhgeologia")

Paleogene of Russian sector of the Caspian Sea

С целью стратиграфического расчленения осадочной толщи, вскрытой бурением в российском секторе Каспийского моря, мы исследовали 366 образцов керн и 1164 образца бурового шлама, которые были отобраны из пяти глубоких скважин. Виды проведенных исследований – палеонтологический (с определением разных окаменелостей, в том числе до рода и вида фораминифер, остракод и моллюсков), литологический (разными методами, включая просмотр 71 петрографического шлифа и дифрактометрический рентгеновский анализ 47 образцов) и фациальный.

Палеоген, одна из составляющих осадочной толщи, залегает в следующих интервалах глубин (в скобках указана скважина): 1005–1870 м (Хвалынская-1), 1115 (менее вероятно 1075) – 1995 м (Хвалынская-3), 312–742 м (Широтная-1), <700 (образцов с меньшей глубиной отбора не было) – 775 м (Широтная-2), 545–718 м (Ракушечная-1). От подстилающих отложений триаса, юры и мела (описанных ранее, – Т.Е. Улановская, Г.В. Зеленщиков, А.В. Шилин, 2006, 2006а) палеоген отделён перерывом, который охватывает лишь верхи маастрихта (верхний мел). Разрез перекрывающих отложений начинается с сармата (миоцен, скважины Хвалынская-1 и -3, Ракушечная-1) либо акчагыла (плиоцен, скважина Широтная-1). Других региоюрсов неогена в разрезе вообще нет – они попадают на перерывы. Очень большая часть мощности приходится на апшерон (эоплейстоцен) и неоплейстоцен.

Палеоген двух смежных областей – российского сектора Каспийского моря и Северного Кавказа – обнаруживает большое сходство как по литологической характеристике, так и по богатым ассоциациям фораминифер. На этом основании для стратиграфического расчленения палеогена первой из названных областей мы посчитали приемлемой северо-кавказскую местную стратиграфическую схему, надёжность которой проверена практикой. Стратиграфически наиболее полный разрез палеогена пройден скважиной Хвалынская-3. В нём наблюдалась приведенная ниже вертикальная (в восходящем направлении) последовательность местных стратонов. В виде чисел указаны интервалы глубин их залегания. Привязка местных стратонов к Общей стратиграфической шкале у читателя не вызовет сомнений, так как перечислены содержащиеся в каждом из них планктонные фораминиферы. Для списков, как правило, выбирались зональные виды стратиграфических шкал по этой палеонтологической группе. В случае отсутствия в местном стратоне планктонных фораминифер его место в ОСШ найдено на основании учёта других окаменелостей.

Палеоцен. Эльбурганская свита (1927–1995 м) объединяет два яруса – даний (3 слоя – с *Globigerina eugubina* и *G. taurica*; с *Globoconusa daubjergensis*, *Globorotalia pseudobulloides* и *Globigerina trivialis*; с *Acarinina inconstans*) и зеландий (слой с *Globorotalia angulata*).

Нальчикская свита (= сумме свит Горячего Ключа и абазинской, 1926–1927 м), танет (слой с *Globorotalia pseudomenardii*, *G. velascoensis*, *G. aequa*, *Acarinina tadjikistanensis djanensis*).

Эоцен. Георгиевская свита (1923–1926 м), нижняя часть ипра (слой с *Globorotalia subbotinae*, *G. lensiformis*, *G. marginodentata*).

Кутаисская свита (1917–1923 м), верхняя часть ипра (слой с *Globorotalia aragonensis*, *G. caucasica*, *Acarinina pentacamerata*).

Калужская+хадыженская (= куберлинская) свиты (1908–1917 м), нижняя часть лютета (слой с *Acarinina bullbrookii*, *A. rotundimarginata*, *Globigerinatheka subconglobata micra*).

Керестинская свита (1888–1908 м), верхняя часть лютета (слой с *Globigerinatheka subconglobata subconglobata*, *Globigerapsis index*).

Кумская свита (1872–1888 м), бартон (2 слоя – с *Globigerina turcmenica* и *G. azerbaijanica*; с *G. instabilis*, *G. praebulloides* и *Acarinina rugosoaculeata*).

Белоглинская свита (1835–1872 м, 2 слоя – с *Globigerina corpulenta*, *G. rubriformis*, *Truncorotaloides rohri*, *Turborotalia centralis* и *Globigerinatheka subconglobata luterbacheri*; с *Globigerina aff. corpulenta*, *Globigerapsis tropicalis*, *Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis*, *T. cerroazulensis pomeroli* и *Globigerinatheka mexicana mexicana*). По данным изучения белоглинской свиты на большом пространстве юга Украины и России она охватывает 3 яруса – верхнюю часть бартона (зону *Truncorotaloides rohri*, средний эоцен), приабон (зоны *Globigerapsis semiinvoluta* и *Turborotalia cerroazulensis s.l.*, верхний эоцен) и рюпель (зоны *Globigerina tapuriensis*, *G. sellii*, а также, видимо, *G. ampliapertura*, нижний олигоцен). В настоящем разрезе, скорее всего, присутствует только бартонская доля белоглинской свиты. Приабонская и рюпельская же её доли вообще выпадают из разреза.

Кровля белоглинской свиты – резкая граница, разделяющая палеоген на две неравные по мощности части: нижнюю, "домайкопскую", и верхнюю, представленную только майкопской серией. Последняя расчленена по стратиграфической схеме, предложенной в одной из публикаций (Т.Е. Улановская, А.В. Шилин, Ю.Ю. Соловьёв, 2004). В её составе выделены (снизу вверх) три пачки.

Пачка 1 (1405–1835 м) – с *Cibicides ex gr. pseudoungerianus*, *Baggatella divulgata*, *Baggina iphigenia*, *Bolivina mississippiensis*, *Globigerina officinalis*, а также гастропода *Planorbella* sp. Верхняя часть пшехской свиты. Низов пшехской свиты (с *Lenticulina hermanni*) в разрезе нет. Вместе с приабоном и рюпелем они выклиниваются на уровне кровли белоглинской свиты.

Пачка 2 (1345–1405 м) – с *Virgulinella ex gr. pertusa* и другими виргулиеллами. Сопоставляется со стратиграфическим интервалом, зажатом меж-

ду подошвой верхнеморозкинской подсвиты свиты Морозкиной балки и кровлей алкунской свиты.

Пачка 3 (1115 или 1075–1345 м) – с *Haplophragmoides kjurendagensis*, *Spiroplectammina terekensis*, *Uvigerinella* ex gr. *californica*, *Caucasina schischkinskyae*, *C.buliminoides*. Примерно отвечает нугринской свите Предкавказья, но, гораздо точнее, асканийской свите Украины. В Предкавказье, Азовском море и других районах в этой части разреза не раз встречались палеогеновые двустворки. Это заставило нас отказаться от проведения границы палеоген–неоген в кровле или середине пачки 2, как это предусмотрено официальной региональной стратиграфической схемой. Вся майкопская серия данного разреза полностью отнесена к хатту (верхний олигоцен). При этом констатировались два важных факта – отсутствие "остракодового" пласта (на "своём" месте, между пачками 1 и 2), а также верхов разреза, трансгрессивно срезанных сарматом. Недостающими (т.е. приходящимися на перерыв) оказались три слоя: с *Porosononion dendriticus* и *Elphidium onerosum* (прикровельная часть асканийской свиты), с *Bolivina goudkoffi caucasica* (горностаевская свита Украины = ассинская свита Восточного Предкавказья) и с *Cibicides stavorolensis* и *Bulimina tumidula* (чернобаевская свита Украины, венчающая майкопскую серию). Подошва неогена, совпадает либо с подошвой, либо с кровлей горностаевской свиты.

Другие каспийские скважины пересекли сокращённые разрезы палеогена – уменьшены мощности стратонов, некоторые из них выклинились, например, весь палеоцен (скважина Широтная-2), асканийская свита (Широтная и Ракушечная площади). За счёт изучения этих разрезов внесены уточнения в списки фораминифер, которые пополнены видами *Acarinina subsphaerica*, *A.acarinata* (нальчикская свита), *Orbulinoides beckmanni* (кумская свита), *Globigerina ciperoensis*, *G.angulituralis*, *G.turritilina*, *G.venezuelana* (основание майкопской серии), *Spiroplectammina carinata oligocenica*, *Brotzenella munda*, *Cibicides speciosus*, *Robertina germanica* (пшехская свита), *Cibicides ornatus*, *C.nefastus*, *Sphaeroidina variabilis*, *Sph.haueriana* (асканийская свита). Вблизи кровли белоглинской свиты зафиксирован слой с *Nonion curvisseptus* (скважина Широтная-2).

Научно-производственные отчёты с результатами комплексного изучения конкретно каждого образца каменного материала (автор Т.Е. Улановская) переданы в геологические фонды ООО "ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИ-морнефть". Обобщение материалов изучения образцов, а также работа по подготовке настоящей и вышеупомянутых публикаций выполнены бесплатно, в качестве благотворительной помощи нефтяной компании "ЛУКОЙЛ".

The article deals with stratigraphic division of Paleogenic cross-section revealed with 5 boring wells.

Т.А. Хусид, М.П. Чеховская, А.Г. Матуль

(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail tkhusid@mail.ru)

Фораминиферы в верхнеплейстоценовых-голоценовых осадках Берингова моря и изменения гидрологических условий

T.A. Khusid, M.P. Chekhovskaya, A.G. Matul

(Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

Foraminifers in the Upper Pleistocene to Holocene sediments of the Bering Sea and paleohydrological changes

Анализ структуры и количественных параметров фораминиферовых сообществ и изотопно-геохимических данных в верхнеплейстоценовых-голоценовых осадках колонки GC-11 (глубина моря 3060 м), полученной в южной части Берингова моря, в районе подводного хребта Бауэрс, позволил выявить основные черты гидрологической эволюции бассейна на протяжении последних 30 тысяч календарных лет назад.

На протяжении ледникового (от 30 до 14,8 тыс. л.н.) гидрологическая обстановка в бассейне характеризовалась относительной стабильностью и определялась короткими теплыми летними сезонами, короткими периодами цветения фитопланктона и низкой продукцией хлорофилла. Неблагоприятные температурные и гидрологические условия обитания, недостаток пищевых ресурсов были основными факторами, ответственными за слабое развитие фораминифер. Резко сезонный характер климата приводил к доминированию в бентосной ассоциации "фитодетритового" вида *Alabaminella weddellensis*. Судя по видовому и количественному составу планктонных и бентосных фораминифер, диатомовой флоры, а также изотопно-геохимическим данным, некоторые потепления среды Берингова моря происходили в короткие периоды от 27,2 до 25,6 и от 23,0 до 18,2 тыс. л.н., возможно, в связи с проникновением в южную часть бассейна более теплых вод Аляскинского течения. Эти периоды отмечены ростом продуктивности фораминифер и увеличением роли *Globigerina bulloides* в планктонной ассоциации.

Период дегляциации (14,8–12,3 тыс. л.н.) в южной части Берингова моря отмечен пиком содержания Corg и CaCO_3 в осадках, значительным "облегчением" изотопного состава кислорода в раковинах фораминифер и заметным обогащением биогенных компонентов: фораминифер и диатомей. Численность раковин планктонных и бентосных фораминифер возрастает на один-два порядка. Этот период соответствует глобальному потеплению Беллинг-Аллеред, которое сопровождалось ускоренным таянием ледников в Северном полушарии и подъемом уровня Мирового океана. В связи с усилением общей циркуляции резко увеличивается первичная продукция в поверхностном слое воды. Благодаря отступанию ледового покрова, увеличению притока талых вод и поступлению питательных веществ с суши проис-

ходит активное цветение кокколитофорид, которые получают преимущество над диатомовыми [Seki et al., 2004].

Гидрологические изменения отразились в изменении видового состава фораминиферовых сообществ. Активное развитие в ассоциации планктонных форм получает асимбионтный вид *G. bulloides* [Ortiz et al., 1995; Zaric et al., 2005]. Известно, что этот вид маркирует периоды максимальной продуктивности вод. Массовое развитие популяции *Bulimina exilis* в бентосной ассоциации дегляциации обеспечивается стабильным поступлением органики на дно бассейна и способностью усваивать пищу наземного происхождения, максимальное количество которой приносится в море именно в это время.

В голоцене, несмотря на накопление на дне биогенных диатомовых осадков, продуктивность вод не достигала того уровня, который существовал в период дегляциации. Об этом свидетельствует уменьшение в составе планктонной ассоциации роли асимбионтного вида *G. bulloides*, увеличение абсолютной численности и относительного содержания симбионтных видов *Globigerina glutinata* и *G. quinqueloba* [Hemleben et al., 1989; Kincaid et al., 2000], которые могут давать высокие концентрации в условиях относительно низкопродуктивных вод. Видовой состав бентосной ассоциации также претерпел существенные изменения. Виды, широко распространенные в дегляциальной ассоциации, исчезают или теряют свою доминирующую роль и на первый план выходит группа глубоководных видов, увеличивается роль видов, обитающих в осадке глубже 4 см (*Chilostomella oolina*, *Globobulimina auriculata*). Это виды – детритофаги, способные усваивать остаточное органическое вещество, захороненное в осадках, и выдерживают почти анаэробные условия. Присутствие этих видов указывает на усиление агрессивности придонных вод по отношению к карбонату кальция. Об этом же свидетельствует и увеличение роли агглютинирующих видов, а также сохранность раковин планктонных форм в осадках, которая заметно ухудшается на протяжении голоцена. Наиболее драматичные изменения в составе фораминифер отмечены в последние 2–2,5 тыс. л.н. Известковые раковины планктонных и бентосных фораминифер были полностью замещены агглютинирующими видами. Эти изменения связаны с резко возросшим дефицитом ионов Са в придонных водах. В настоящее время в Баренцевом море на глубине 3000 м и более обитают фораминиферовые сообщества, представленные исключительно агглютинирующими видами.

Benthic and planktonic foraminifers reflected the paleoenvironments in the southern Bering Sea during the last 30 kyr. The stably low-productivity conditions with sharp seasonal changes prevailed within the glacial 30–14,8 ka; there were also several short intervals when the warmer Alaskan waters intruded. Regional deglaciation as a response to the prominent global warming 14,8–12,3 ka caused the sharp rise in the foraminiferal production, and the associated changes in the species composition; deglacial assemblages were the most abundant within

the described time interval. An occurrence of agglutinated but not calcite-shell benthic foraminifers during the last 2–2,5 kyr may point to the deficit of calcium ions in the bottom water.

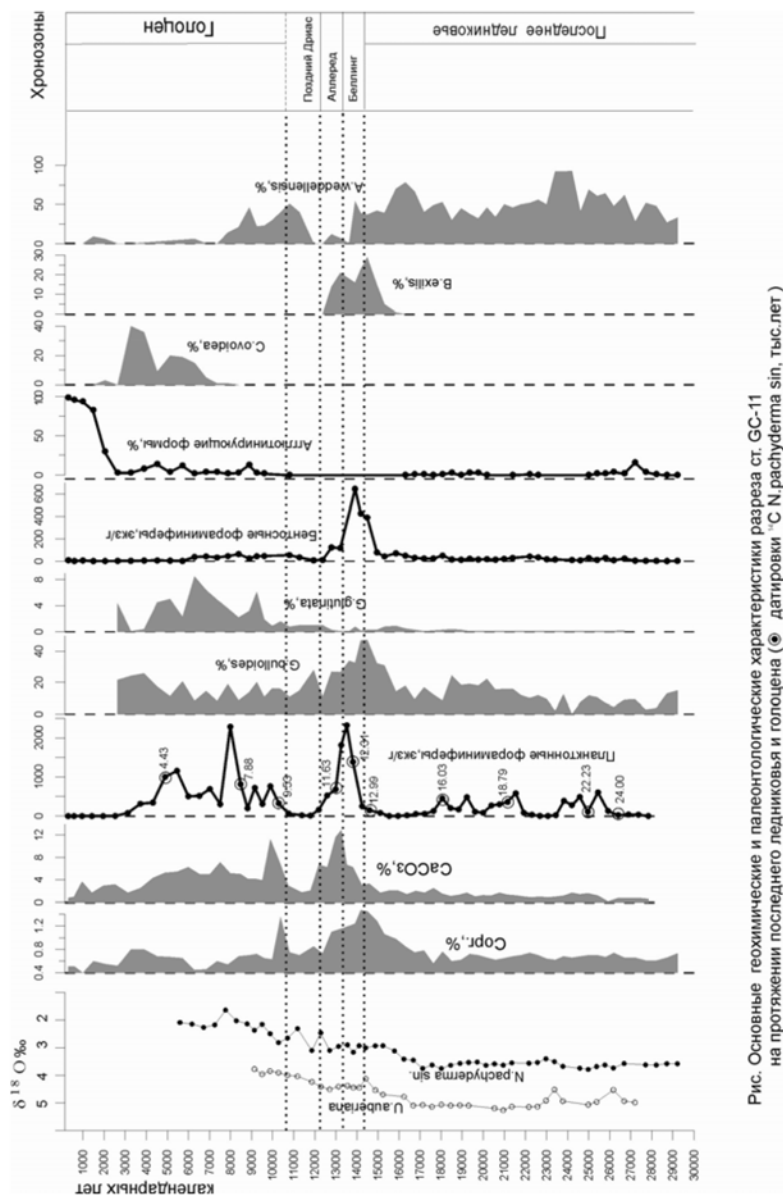


Рис. Основные геохимические и палеонтологические характеристики разреза ст. GC-11 на протяжении последнего ледникового и голоцена (● – датировки *"C. N. pachyderma sin."*, тыс. лет)

И.Б. Цой, М.С. Обрезкова, А.В. Артемова

(Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток; e-mail: tsoy@poi.dvo.ru)

**Диатомей поверхностных осадков Охотского моря
и северо-западной части Тихого океана**

I.B. Tsoy, M.S. Obrezkova, A.V. Artemova

(V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok)

**Diatoms in surface sediments of the Okhotsk Sea
and the North West Pacific**

Диатомовые водоросли, характеризующиеся способностью экстрагировать кремний из воды для построения своих скелетов, доминируют в морском фитопланктоне субарктических вод Тихого океана и играют огромную роль в круговороте кремния. В современную эпоху диатомовые водоросли являются основными осадкообразующими организмами различных водоемов бореальных и субарктических широт. Благодаря кремневому скелету диатомей хорошо сохраняются, что позволяет использовать их для датирования вмещающих их осадков и восстанавливать условия осадконакопления. Диатомей в поверхностных осадках отражают современные параметры вод: температуру, соленость, течения, ледовую обстановку, продуктивность и др. [1, 2 и др.]. Соотношение различных экологических групп диатомей успешно используется для реконструкции условий формирования кайнозойских отложений [3, 4 и др.]. Основная цель данной работы – установить качественное и количественное распределение диатомей в поверхностных осадках Охотского моря и северо-западной части Тихого океана и его связь с современными гидрологическими параметрами, что необходимо для достоверной интерпретации палеоусловий. Для этого были изучены диатомей в поверхностном ненарушенном слое осадков (0–1 см), отобранных мультикорерами и бокскорерами в интервале глубин от 130 м до 6110 м. Проанализирован видовой и экологический состав диатомей и их количественное содержание в осадках различных подводных морфоструктур.

Установлено, что основное ядро диатомовых комплексов изученных осадков составляют 10 таксонов: *Bacterosira bathyomphala*, *Chaetoceros* spp. (споры), *Actinocyclus curvatulus*, *Thalassiosira latimarginata* (группа), *T. antarctica* (споры), *Neodenticula seminae*, *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis*, *Thalassiothrix longissima*, *Coscinodiscus marginatus*, *Coscinodiscus oculus iridis*. Количественное соотношение этих видов отражает условия на шельфе, континентальном склоне, открытом море и океане.

Диатомовый комплекс с доминированием *Bacterosira bathyomphala* и *Thalassiosira antarctica* и субдоминированием криофильных представителей рода *Fragillariopsis* выделен в североохотский ледово-неритический ком-

плекс, характерный для северного шельфа Охотского моря. Особенностью этого комплекса является резкое доминирование неритических холодноводных видов (86–91 %). Диатомовые комплексы островного склона Восточного Сахалина (глубины 675–1365 м) характеризуются высокой численностью как неритических (*Bacterosira bathyomphala*, *Thalassiosira antarctica*, споры рода *Chaetoceros*), так и океанических (*Actinocyclus curvatulus*, *Neodenticula seminae*, *Thalassiosira latimarginata*) видов. Количество бентических видов очень низкое (1–3 %). В осадках центральной части Охотского моря (глубины 1068–1510 м), в районе распространения холодного подповерхностного слоя, преобладают (65–93 %) океанические виды *Thalassiosira latimarginata*, *Actinocyclus curvatulus*, *Neodenticula seminae*, *Thalassiothrix longissima*, *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis* и др. Близкий состав диатомей и соотношение экологических групп характерно для осадков континентального склона Западной Камчатки (гл. 694–842 м). В этих осадках отмечено высокое содержание диатомей (45,6–60,0 млн/г), характерное для высокопродуктивных районов моря. Для этого района характерны и максимальные концентрации биогенного кремнезема [1].

Изучение диатомей в поверхностных осадках северо-западной части Тихого океана проводилось по субширотному разрезу по 45° с.ш., начинающегося с островного склона Курило-Камчатского желоба, пересекающего ось желоба, поднятия Хоккайдо, Северо-Западную и Северо-Восточную котловины Тихого океана. Кроме того, изучались осадки в районе северных возвышенностей Императорских гор (Детройт и Мейджи) и Берингова моря (хребет Бауэрс).

В осадках по субширотному тихоокеанскому разрезу доминируют океанические виды диатомей (от 74–79 % на островном склоне Курило-Камчатского желоба до 98–99 % в глубоководных Северо-Западной и Северо-Восточной котловинах). Заметное количество неритических видов (19–25 %) отмечено только в осадках островного склона Курило-Камчатского желоба. Содержание диатомей в осадках субширотного разреза колеблется от 0,3 до 24,2 млн/г и характеризует их как слабоскремнистые илы. В осадках глубоководных котловин Тихого океана (глубины 5860–6100 м) комплексы диатомей состоят практически полностью из океанических видов *Neodenticula seminae*, *Coscinodiscus marginatus*, *Actinocyclus curvatulus* и др.

Работа выполнена при поддержке ДВО и СО РАН (проекты №06-III-A-07-270, №06-III-B-07-283, №06-II-CO-07-027, №6.2, №06-III-B-07-298) и ФЦП "Мировой океан".

1. Жузе А.П. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. М.: Из-во АН СССР, 1962. 260 с.
2. Sancetta C. Distribution of diatom species in surface sediments of the Bering and Okhotsk seas // Micropaleontology. 1982. V. 28. No. 3. P. 1–6.

3. *Koizumi I.* Sedimentary environments of Neogene Diatomaceous sediments, West Coast of Japan // Siliceous deposits in the Pacific Region. Amsterdam: Elsevier, 1983. P. 347–360.

4. *Yanagisawa Y.* Diatom assemblages as an indicator of bathymetry // Jour. Sed. Japan. 1996. No. 43. P. 59–67.

The results of study of diatoms from surface sediments (0–1 cm) of the Okhotsk Sea and the North West Pacific sampled at the 130 m to 6110 m water depths are presented. Ecological and taxonomic composition, diatom content per gram of dry sediment were analyzed. Ratio of diatoms dominated in surface sediments reflects sedimentation conditions on the shelf, continental slope, open sea and ocean. The highest diatom content (43,3–60,0 mln per gram) is marked in the surface sediments of the Okhotsk Sea central part and continental slope of the Western Kamchatka.

М.Н. Щербакова

(Кафедра литологии геологического факультета МГУ, Москва;

E-mail: Sediment@geol.msu.ru)

Реконструкции штормов – важный метод палеогеографии

M.N. Shcherbakova

(Moscow University, Department of Geology, chair of lithology)

The reconstruction of the storms – the principal method of the paleogeography

Геологические исследования по идее должны завершаться палеогеографическими реконструкциями. Если задать вопрос – можно ли изучать древние ландшафты – ответ будет следующим: изучать их мы не можем, так как древние обстановки уничтожены, таким образом палеогеография оказывается наукой без объекта изучения. Однако геология разрабатывает методы восстановления обстановок прошлого. И один из главных методов палеогеографических построений – это найти границу суша-море. В этом, как мне представляется, большую помощь может оказать реконструкция штормовых событий.

Отложения штормов ныне называют «темпеститами» (от английского tempest – буря, шторм). Термин темпеститы был использован и собственно предложен в книге Г.Эйнзеле, А.Зейлахер, 1982 [1] для событийных отложений, в значительной мере аperiодических, нередко катастрофических. По ранее предложенной классификации Алексеева М.Н., Чистякова А.А., Щербакова Ф.А., 1986 [2] штормовые отложения логично относить к группе гидрогенных, к классу динамических, к фациальному комплексу реликтово-переотложенных – палимпсестовых образований. Штормовые отложения действительно являются переотложенными, так как во время шторма вода «забирает» материал, где «смогла», а затем перебрасывает, переотлагает, где «получится».

Мы изучали отложения, реконструированные как темпеститы, на Черноморском побережье Тамани, в разрезе среднего миоцена ($N_1^3 sr_2$) – возраст около 12 млн лет т.н. [3] В разрезе были описаны своеобразные слойки битой ракушки (*Macra caspia* Eichw) и уплощенной гальки типа packstone. В интервале разреза 7 м содержится 24 слойка. Снизу вверх по разрезу частота появления темпеститов учащается – в начале интервала это 2–3 м, в конце от 0,5 до 0,2 м. Толщины отдельных слойков также возрастают от нижних горизонтов к верхним от 1 см до 2–3 см. Галька приурочена к верхним слойкам. Сказанное интерпретируется как активизация штормовой седиментации во времени. Как нам представляется, снос материала происходил с мелководья, а накопление на большей глубине за счет образования компенсационного течения в направлении от берега.

В разрезе разновозрастных отложений Керченского полуострова (южнее пос. Заветное) нами был обнаружен изохронный (одновозрастный) уровень темпеститов

Перед собой мы поставили задачу выяснить – могут ли сохраняться отложения, интерпретируемые как темпеститы в разрезах прошлого нашей Земли. К сожалению, мне не известна какая-либо сводка по штормам прошлого. Поэтому я сама обратилась к подобной литературе, где авторы на своем материале описали накопления, которые были ими задокументированы как штормовые. Упомянем некоторые из разрезов от самых древних к более поздним: O_1 (480 млн лет т.н.) – окрестности Санкт-Петербурга, O_{2-3} (465 млн лет т.н.) – юго-восток Америки, S_2 (400 млн лет т.н.) – Пенсильвания, C_1 (350 млн лет т.н.) – Арканзас, T_2 (215 млн лет т.н.) – K_2 (135 млн лет т.н.) – юго-запад Орегоны.

Интересно собрать материал по эволюции штормовой деятельности на нашей планете – имеет ли место активизация катастрофических штормовых событий во времени.

Сводка найденных нами материалов по разновозрастным темпеститам на Северо-Американском континенте оказалась интересной и неожиданной, так как в четырех случаях разрезы с выявленными темпеститами оказались приуроченными к современным побережьям – и к Тихоокеанскому, так и Атлантическому.

С точки зрения общегеологических построений Земли (в т.ч. для решения споров мобилисты-фиксисты) обозначение прошлых штормов на палеогеографических картах представляется логичным [4].

1. *Einsele G., Seilacher A.* Циклическая и событийная седиментация (перевод с английского под редакцией Фролова В.Т.). М.: Мир, 1985. 499 с.

2. *Алексеев М.Н., Чистяков А.А., Щербаков Ф.А.* Четвертичная геология материковых окраин. М.: Недра, 1986. 242 с.

3. *Щербакова М.Н.* Циклы темпеститов (средний сармат, Таманский полуостров) // Математические методы анализа цикличности в геологии. Т. 13. Материалы XIII Московской международной конференции. М., 2006. С. 179–182.

4. *Щербакова М.Н.* Реконструкция штормов – важный метод палеогеографии. // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». М.: РГГРУ, 2007.

One in a principal method of the paleogeography is finding the borderline land-sea. The mostpart give help the reconstruction of the storm (tempestite) events.

Е.А. Ямскова

(Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
e-mail: ameli_cat@mail.ru)

**Зависимость сообществ бентосных фораминифер
от изменений палеоусловий в восточной части экватори-
альной области Тихого океана за последние 50 тыс. лет**

Е.А. Yamskova

(Moscow State University, Moscow)

**The response of benthic foraminiferal assemblages
to paleoenvironmental changes in Eastern Equatorial Pacific
during the last 50 kyr**

Комплексы бентосных фораминифер изучались в образцах верхних 9 м сверхдлинной колонки донных осадков MD02-2529 (08° 12. 33 с.ш.; 84° 07. 87 з.д. , гл. 1619 м), поднятой с северо-восточного склона хребта Кокос в восточной части экваториальной области Тихого океана. Колонка была получена в 126-ом научно-исследовательском рейсе MONA судна “Marion Dufresne” [1] в рамках Международной программы IMAGES.

Стратиграфическое расчленение разреза основано на привязке изотопно-кислородных кривых по бентосным видам *Cibicidoides wuellerstorfi* (Schwager) и *Uvigerina peregrina* Cushman к стандартной изотопно-кислородной кривой по бентосным фораминиферам и подтверждено 11 масс-спектрометрическими радиоуглеродными датировками по раковинам планктонного вида *Neogloboquadrina dutertrei* (d'Orbigny) [2].

Детальное изучение глубоководных комплексов бентосных фораминифер показало, что смена сообществ связана с ледниково-межледниковыми и тысячелетними климатическими колебаниями.

Снизу вверх по разрезу выделено пять комплексов бентосных фораминифер. Комплекс I, встреченный в пределах изотопно-кислородной стадии 3, характеризуется высоким содержанием вида *U. peregrina*, индикатора высокой продуктивности. Присутствие видов *Bulimina mexicana* (Cushman), *Oridorsalis umbonatus* (Reuss), обитающих преимущественно в зоне кислородного минимума, вероятно, говорит пониженном содержании кислорода в придонных водах.

Комплекс II соответствует интервалу максимума последнего оледенения и началу дегляциации. Обилие вида *U. peregrina* указывают на высокую продуктивность поверхностных вод. Максимальные численные значения вида *Epistominella smithi* (Stewart et Stewart) свидетельствуют о дефиците кислорода в придонных водах. Согласно геохимическим анализам и результатам изучения комплексов планктонных фораминифер, донные осадки в течение максимума последнего оледенения и начала дегляциации содержали большое количество органического вещества как терригенного, так и

морского происхождения. Этим объясняется высокая численность планктонных и бентосных фораминифер в интервале 24–16 тыс. лет н.з.

Переход от ледникового к межледниковью (Терминация I), начавшийся ~ 16,5 тыс. лет назад [2], ознаменовался снижением продуктивности поверхностных вод, выраженным в комплексах бентосных фораминифер резким снижением численности вида *U. peregrina*. Максимальное содержание вида *Melonis barleeanus* (Williamson), питающегося разложившимся органическим веществом, указывает на увеличение доли переработанной органики в осадке. В целом, комплекс III содержит виды, приуроченные к хорошо аэрируемым придонным водам и активным гидродинамическим обстановкам, которые установились благодаря подъему уровня Мирового океана и перестройке системы глобальной термохалинной циркуляции.

Комплекс IV раннего голоцена характеризуется высоким таксономическим разнообразием фауны бентосных фораминифер, характерных для разных экологических условий. В частности, появление вида *Chilostomella cushmani* Шарпан, относящегося к инфауне, указывает на непостоянность поставки органического вещества на дно и пониженное содержание кислорода в придонных водах, в то время как присутствие представителя эпифауны *C. wuellerstorfi* указывает на хорошую аэрацию придонного слоя. Это, скорее всего, говорит о большом разнообразии экологических ниш в раннем голоцене. Высокое процентное содержание обломков раковин планктонных и бентосных фораминифер указывает на интенсивное растворение карбонатных микрофоссилий.

Доминирующим видом сообщества V позднего голоцена является представитель инфауны *Uvigerina hispida* Schwager, что указывает на слабую аэрацию придонных вод. Незначительное увеличение содержания *U. peregrina* свидетельствует о слабом увеличении биопродуктивности поверхностных вод.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 06-05-22000-НЦНИ-а.

1. Beaufort L. and the members of the scientific party. MD 126 / IMAGES VIII/ MONA Cruise Report. (IPEV. Les rapports de campagnes a la mer). Ref. OCE/2002/03. 452p.

2. Leduc G., Vidal L., Tachikawa K., Rostek F., Sonzogni C., Beaufort L., Bard E. Moisture transport across Central America as a positive feedback on abrupt climatic changes // Nature. 2007. 445. doi:10.1038/nature05578.

Five benthic foraminiferal assemblages have been distinguished in the upper 9 m of the IMAGES giant sediment core MD02-2529 from the Cocos Ridge. They characterize different paleoenvironments through the last 50 kyr. Variations in assemblage structure point to the pronounced changes in bioproductivity, bottom water hydrodynamics and oxygen content.

Е.А. Янченко¹, С.А. Горбаренко¹, А.Г. Матуль²

(¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, e-mail: yan@poi.dvo.ru, ²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: amatul@ocean.ru)

**Распределение радиоларии в поверхностном слое осадков
Охотского моря**

E.A. Yanchenko¹, S.A. Gorbarenko¹, A.G. Matul²

(¹V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, ²P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow)

**Radiolarian distribution in the surface sediment layer in the
Sea of Okhotsk**

Радиоларии – исключительно морские планктонные микроорганизмы. Они встречаются во всех морях, соленость которых близка к океанической, во всех климатических зонах, на глубинах от поверхности до максимальных. Скелеты радиоларий, состоящие из кремнезема, хорошо сохраняются в осадках, а танатоценозы радиоларий из поверхностного слоя донных осадков отражают биоценозы современной планктонной фауны [1]. Радиоларии являются одними из основных породообразующих микрофоссилий. Изучение радиоларий в осадках дает возможность сделать выводы о границах распространения как отдельных характерных видов, так и экологических групп (комплексов), несущих в себе информацию о многолетнем характере прижизненного распространения этой группы организмов. На основе данных по радиолариям – хорошим индикаторам условий окружающей среды – можно строить предположения о четвертичной палеоокеанологии Охотского моря [2].

Целью исследования был качественный и количественный анализ распределения скелетов радиоларий в поверхностном слое осадков Охотского моря. Материалом исследований послужили дночерпательные пробы поверхностных осадков, полученные по российско-германскому проекту КО-MEX в рейсах российского НИС "Академик М.А. Лаврентьев" (LV-28) и германского НИС "Sonne" (SO-178).

Радиоларии изучались в 36 пробах поверхностного слоя осадков 0–4 см. Лабораторная обработка проб выполнена по стандартной методике с применением перекиси водорода и триполифосфата натрия [3]. Препараты приготовлены из фракции осадка >0,05 мм. В каждом препарате подсчитано 200–900 экземпляров радиоларий. Численность радиоларий в осадках приводится из расчета количества экземпляров в 1 г сухого осадка; обилие доминирующих и субдоминирующих видов – в процентах от общей численности радиоларий в осадках каждой станции.

На основе полученных данных была построена схема распределения общей численности радиоларий в поверхностных осадках Охотского моря.

Максимальная численность радиолярий до 20000–50000 экз./г приурочена к глубоководным районам (впадина Дерюгина, северная часть Курильской котловины). По направлению к побережью (восточный шельф о. Сахалин) она снижается до 4000–20000 экз./г. Максимально высокие концентрации скелетов радиолярий в донных осадках соответствуют районам активного взаимодействия водных масс в виде локальных фронтов, апвеллингов и разномасштабных вихрей, в которых обилие биогенных элементов через пищевые цепи обеспечивает богатые комплексы радиолярий [4].

В поверхностном слое осадков Охотского моря встречено 62 рода и 104 вида радиолярий, из них 40 таксонов принадлежит классу Spumellaria и 64, соответственно, Nassellaria, но даже в наиболее богатых пробах число видов, присутствующих одновременно, не превышало 40–50. В комплексе преобладают 10 видов, представляя типично охотоморскую фауну радиолярий. Почти все обнаруженные в осадках Охотского моря радиолярии встречаются в отложениях бореальной зоны Тихого океана, а многие – и в осадках Антарктики, субарктической и бореальной Атлантики и Беринговом море [4].

В Охотском море доминируют следующие виды: *Cycladophora davisiana*, *Ceratospyris borealis*, *Rhizoplegma boreale* и группа видов Plagoniidae spp.

Вид *Cycladophora davisiana* обнаружен во всех пробах данных станций и распространен по всей акватории Охотского моря. Максимальные концентрации данного вида – до 44% от общего числа скелетов в осадках каждой станции – приурочены к восточному склону (внешнему шельфу) о. Сахалин и Курильской котловине.

Вид *Ceratospyris borealis* достигает наибольших концентраций (до 35%) в пробах поверхностных осадков, отобранных во впадине Дерюгина, вдоль восточного шельфа о. Сахалин; по направлению к Курильской котловине его обилие снижается до 10%.

Распространение вида *Rhizoplegma boreale* и группы видов Plagoniidae spp. сходно; выделяются два района с максимальными концентрациями данных видов – до 20% от общего числа скелетов в осадках каждой станции: 1) зона глубокого шельфа (восточный шельф о. Сахалина), 2) желоб Петра Шмидта.

Группа видов-субдоминантов: *Stylatractus pyriformis*, *Stylochlamyidium venustum*, *Lithomitra lineata*, *Plectacantha oikiskos*, *Phormacantha hystrix*. Их максимальные концентрации варьируют в пределах 8–11% от общего числа скелетов в осадках каждой станции.

Высокие концентрации доминирующих и субдоминирующих видов и их распределение в современных осадках Охотского моря отражают большую продуктивность бассейна, а также общую картину водной структуры нескольких верхних сотен метров: сильно стратифицированный (с дихотермальным горизонтом внутри основного галоклина) слой на глубине 0–200 м и относительно однородный промежуточный слой на глубине 200–500 м [2, 5].

Работа проводилась при поддержке гранта ДВО РАН «Реконструкция палеопараметров среды Дальневосточных морей в позднем плейстоцене-голоцене» 06-III-B-07-283.

1. Кругликова С.Б. Некоторые черты экологии и распространения современных и кайнозойских радиолярий // Систематика, эволюция и значение радиолярий. М.: Наука, 1981. С. 118–140.

2. Матуль А.Г., Абельман А. Четвертичная водная структура Охотского моря по данным радиолярий // Доклады Академии Наук. 2001. Т. 381. № 2. С. 259–261.

3. Abelman A., Brathauer U., Gersonde R., Sieger R., Zielinski U. Radiolarian-based transfer function for the estimation of sea surface temperatures in the Southern Ocean (Atlantic sector) // *Paleoceanography*. V. 14. No. 3. P. 410–421.

4. Кругликова С.Б. Радиолярии как показатель некоторых факторов палеосреды // Радиолярии в биостратиграфии. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 92–106.

5. Abelman A., Nimmergut A. Radiolarians in the Sea of Okhotsk and their ecological implication for paleoenvironmental reconstructions // *Deep-Sea Research II*. 2005. V. 52. P. 2302–2331.

Radiolarian abundances and species distribution in the Okhotsk Sea surface sediments were studied. Maximum radiolarian abundance was found in the Derugin Basin and deep Kurile basin. *Cycladophora davisiana*, *Ceratospyris borealis*, *Rhizoplegma boreale*, and Plagoniidae spp. group are dominant species in the radiolarian assemblages reflecting the favourable ecological conditions.

**Kjell R. Bjørklund¹, Svetlana B. Kruglikova²,
Kentaro Hatakeda³**

(¹Natural History Museum, Department of geology, University of Oslo, PO Box 1172 Blindern, 0318 Oslo, Norway, e-mail: k.r.bjorklund@nhm.uio.no, ²P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Nakhimovsky Prospect 36, 117883 Moscow, Russia, e-mail: kruglikovasb@mail.ru,
³Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan, e-mail: k_hatake@dges.tohoku.ac.jp)

***Amphimelissa setosa* (Polycystina, Nassellaria), its first occurrence, its stratigraphy and importance as a paleoecological signal in the north Atlantic**

Amphimelissa setosa was described by Cleve [1] from the waters off Spitzbergen (northern part of the Norwegian Sea). Its regional distribution in the northern hemisphere was mapped by Kruglikova [2] and Bjørklund and Kruglikova [3]. They reported that *A. setosa* occurred in high numbers in the Greenland Sea, Iceland Plateau (79 %), Norwegian fjords, Chukchi Sea (60 %) and the Barents Sea (76 %). Its affinity to cold water should therefore be clearly demonstrated.

IODP Expedition 306 drilled site 1314 in the north Atlantic on the Gardar Drift at 2800 m water depth, at (56°22'N, 27°53'W). Site 1314 is a splice of holes A and C, and our samples were taken with roughly 25 cm between samples, giving a time resolution of about 1000 years between samples. *A. setosa* was for the first time recorded in sample 1314C-4H-5, 32–34 cm which according to our age model for the site represents an age of 413.900 years, an age defining the base of a new north Atlantic radiolarian biozone, the *Amphimelissa setosa* Zone (Hatakeda and Bjørklund, in prep. [4])

A. setosa has several characteristic abundance peaks and they are all located in cold intervals on the oxygen isotope curve. The two most prominent *A. setosa* peaks are located at the peak positions of MIS 2 (48,2 %) representing 21.120 years and at MIS 10 (64,6 %) representing 347.070 years.

Interestingly, Kruglikova [5–7] reported *A. setosa* in the northern part of the Pacific Ocean. Her data showed that this species was present in the Pacific Ocean from probably before 800.000 years ago and then became extinct at about 70.000–80.000 years ago. Matul and Abelman [8] adjusted this date to 73.000 years based on sediment cores with better age control. Kruglikova [2] suggested that *A. setosa* migrated to the Arctic-Boreal Atlantic from the Pacific via the Arctic Ocean at the end of the Pleistocene or the beginning of the Holocene. Matul and Abelman [8] stated that this species migrated from the Pacific Ocean to the north Atlantic through the Bering Strait, the Canadian archipelago, and the Labrador Sea during the Eemian time. They postulated the following time sequence: *A. setosa* being present in the subarctic Pacific during MIS 29-5, migrating into the Arctic Ocean during MIS 5, getting established in the Labrador Sea-North Atlantic during MIS 4-2, and ending up in the Nordic Seas during MIS 1

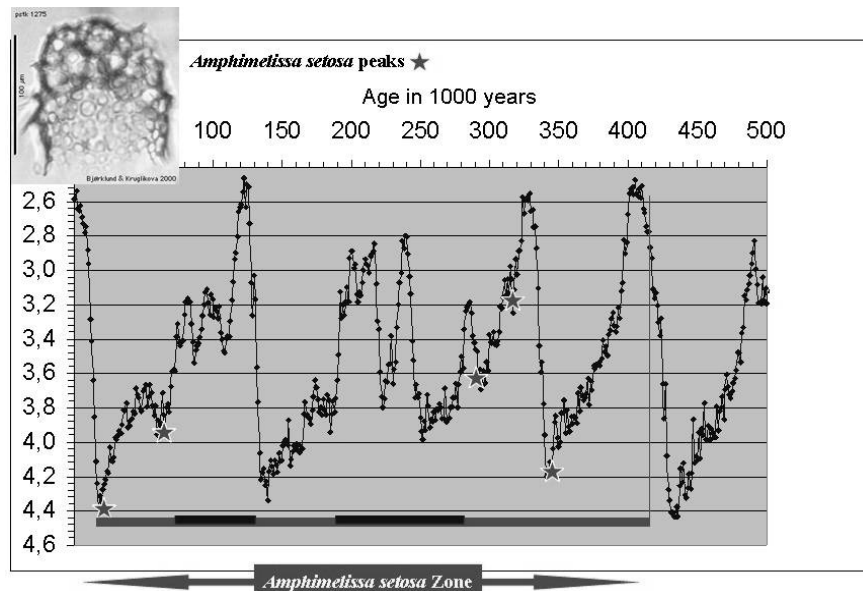


Fig. *Amphimelissa setosa* peaks (stars) plotted on the benthic $\delta^{18}\text{O}$ (per mil) along y-axis, versus age (x-axis). The total range and high abundance of *A. setosa* are indicated with light, while low abundances are in dark.

This migration model is in strong conflict with our recent data. Opal microfossils are few in the glacial sediments in the Norwegian Sea and Greenland Sea and the opal preservation is furthermore not favourable in these sediments. From the Iceland Plateau *A. setosa* has been observed with a continuous occurrence from the present and back to about 64.000 years (Antje Völker, personal communication, 2005). These new data demonstrates that *A. setosa* was established, at least in the western part of the Nordic Seas, on the Iceland Plateau, before MIS 1, and in the North Atlantic much earlier than MIS 5. The migrating route of *A. setosa* as suggested by Matul and Abelmann [8] might be correct, but the timing is wrong. In our most recent papers (Björklund and Kruglikova [3], Kruglikova, Björklund and Zasko [9]) we suggested that *A. setosa* was introduced to the Norwegian Sea from the North Atlantic not earlier than 13.400 years ago, and to the Arctic Ocean from the Norwegian Sea after about 12.400 years ago. To establish the correct timing and migrating route for this species, it is necessary to investigate drilling material from the North Pacific, Labrador Sea, and the North Atlantic. Interestingly, *A. setosa* is not found in the maximum cold periods of MIS 6 and MIS 8, but when found *A. setosa* is always found in cold troughs on the isotope curve. *A. setosa* is a species with a great potential and applicability in paleo-

climatic and paleoceanographic reconstructions during the past ca 400.000 years in the north Atlantic.

1. Cleve P.T. Plankton collected by the Swedish Expedition to Spitzbergen in 1898 // *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar*, 1899. Vol. 32 (3): 1–51.
2. Kruglikova S.B. Arctic Ocean Radiolarians // *The Arctic Seas. Climatology, Oceanography, Geology and Biology* / Ed. by I. Herman. New-York: Van Nostrand Reinhold Company, 1989. C. 461–480.
3. Bjørklund K.R. & Kruglikova S.B. Polycystine Radiolarians in surface sediments in the Arctic Ocean basins and marginal seas // *Marine Micropaleontology*, 2003. (49). C. 231–273.
4. Hatakeda K. and Bjørklund K.R. Late Pliocene-Pleistocene radiolarian biostratigraphy in the North Atlantic (IODP Exp. 306 Site U1314 (in preparation)).
5. Кругликова С.Б. Радиоларии в колонке ст.4066 (сев. часть Тихого океана) // *Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления*. М.: Наука, 1969. С. 115–126.
6. Кругликова С.Б. Радиоларии в верхнеплейстоценовых осадках бореальной и северной субтропической зон Тихого океана // *Океанология*. М.: Наука, 1976. XVI (1). С. 113–117.
7. Кругликова С.Б. Особенности распределения радиоларий в отложениях бореальной и субтропической зон Тихого океана // *Океанология*. XVII (6). М.: Наука, 1977. С. 1055–1063.
8. Matul A. and Abelman A. Pleistocene and Holocene distribution of the radiolarian *Amphimelissa setosa* Cleve in the North Pacific and North Atlantic: Evidence for water mass movement. *Deep-Sea Research II*, 2005. 52: 2351–2364.
9. Кругликова С.Б., Бьерклунд К.Р. и Засько Д.Н. Распространение Polycystina (Euradiolaria) в донных отложениях Северного Ледовитого океана и краевых морей // *ДАН*. М.: Наука, 2007. 415(2). С. 281–285.

D.P. Dimitrov¹, P.S. Dimitrov²

(^{1,2}Institute of Oceanology – Bulgarian Academy of Sciences, Varna)

**About Geocatastrophic Events in the Black Sea
and Pleistocene – Holocene Geological Boundary**

Д.П. Димитров¹, П.С. Димитров²

(^{1,2}Институт океанологии БАН, Варна; e-mail: margeo@io-bas.bg)

**О Геокатастрофических Событиях в Черном море
и Геологическая Граница Плейстоцен – Голоцен**

The theory of geocatastrophic events in Black sea were played about 8 thousand years back has put on test existing stratigraphic scale about top Pleistocene Holocene.

Generally held view is to consider, that the border Pleistocene-Holocene is adapted in interval of 10–11 thousand years. During global transgression about 18 thousand years ago the sea level of Mediterranean and Atlantic Ocean is about 130 meters below the modern sea level. In the same time in Black sea the post-karangatian regression proceeds has finished before sharp recession of a sea level basin up to 100 m below the modern. Absolute dating on ¹⁴C by mollusk fauna from sea coastal deposits achieving till 18 thousand years ago. Russian researchers have received similar results during Deeply-digging River mouths of the Caucasian rivers flow into Black sea.

The Black Sea basin refreshed, the sea level is increased and about 14 thousand years ago it reaches 4 m above the modern sea level. The Black sea waters are poured out into Marmara Sea where about 12 thousand years ago Marmara sea sapropels are formed. 9,4 thousand years ago the influx of the Black Sea waters into Marmara Sea has stop. Owing to the drought because of climatic changes the sea level is achieves up to 90–120 m below the modern. The kept relicts testify to it from coastal forms such as bars, swells and dunes. Artifacts that testify are found out also, that ancient coast was habitation during this time. The increase of World ocean level leads to the raising of sea level of Mediterranean and Marmara Sea, which exceeds the level of Black Sea Lake with about 100 m. In result of high hydrostatic pressure or the frequent earthquakes, the natural Bosphorus barrier destroyed and ocean waters rush into former Black sea freshwater lake. This event was happened around 8 thousand years ago and it is dated by absolute age by ¹⁴C analyses and by mollusk fauna of *Mytilus galloprovincialis* and adds by age up to around 7600 years (fig. 1) [1].

The catastrophe (known also as a flood) continues up to leveling of sea level with the World sea level and up to 40 m under the modern sea level. Consequently, the catastrophe in the Black sea is as an echo of global climate changes at the boundary Pleistocene-Holocene and concerns in common Black Sea (fig. 2, 3).

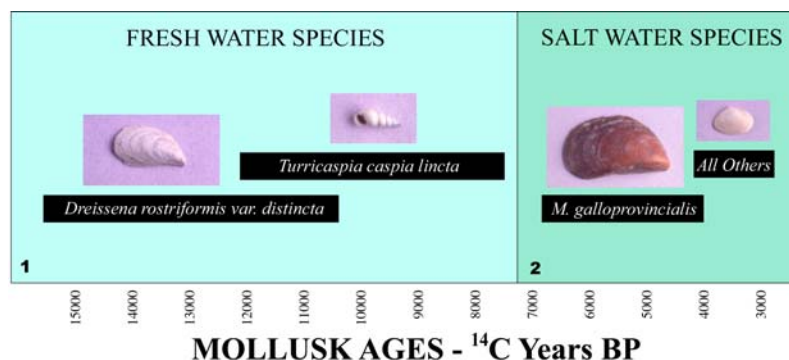


Fig. 1. Fauna species before – 1 and after the Flood – 2

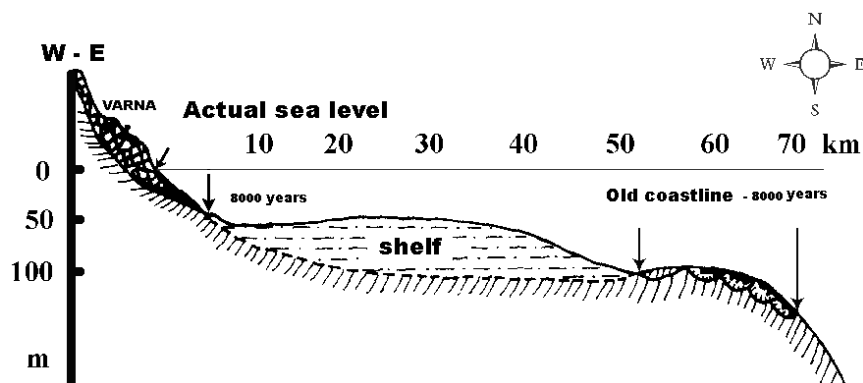


Fig. 2. Profile of the shelf and the course of the catastrophic geological events during the last 8,000 years

1. Dimitrov P., Dimitrov D. The Black Sea THE FLOOD and the ancient myths. Varna: "Slavena", 2004. 91p.

<http://www.io-bas.bg/noahproject/index.html>

The increase of World ocean level around 8 thousand years ago leads to the raising of sea level of Mediterranean and Marmara Sea, which exceeds the level of Black Sea Lake with about 100 m. In result of high hydrostatic pressure or the frequent earthquakes, the natural Bosphorus barrier destroyed and ocean waters rush into former Black sea freshwater lake.

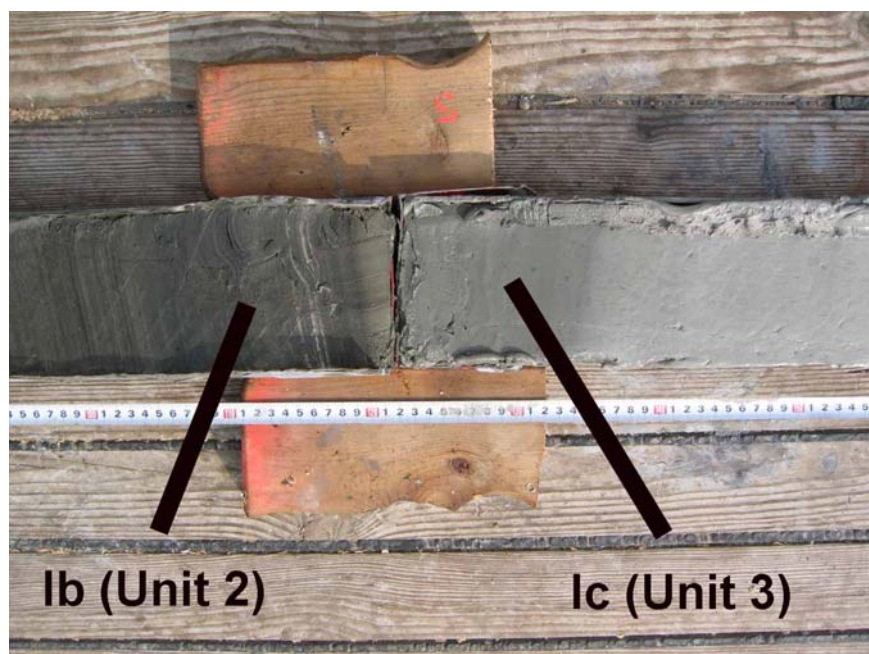


Fig. 3. Contrast lithologic boundary (Unit 3) – (Unit 2).

**Jan Harff¹, E. Emelyanov³, Rudolf Endler¹, Sergey Kotov^{1,2},
A. Grigoriev⁴**

⁽¹⁾Baltic Sea Research Institute Warnemünde; ⁽²⁾St. Petersburg State University;

⁽³⁾Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Kaliningrad;

⁽⁴⁾All Russian Geological Research Institute, St. Petersburg)

**Climatic variations between Northern Atlantic and Eurasia
during the Late Quaternary – mirrored in Baltic Sea sediments**

The dynamics of the atmospheric circulation of the North Atlantic, and also its modification due to the variation of Eurasian anticyclones are reflected by the facies of sediments in the Baltic Sea. By profiling with sediment echosounders and investigating sediment cores a Russian/German team subdivided the sedimentary sequences into zones reflecting the main post-glacial stages of the Baltic Basin's development. Comparative analyses of these brackish/marine sediments based on physical and geochemical measurements and dating revealed the variation of the climate as well as the internal and external impulses in the transitional area from the Northwest Atlantic to the North European continent. Facies variables have been converted into palaeo-environmental and climatic variables using multivariate numerical methods.

At 8,000 yr BP sea level rise and crustal subsidence within the western Baltic area effected a sudden ingress of ocean water into the Baltic basin (Littorina Transgression). The change in the environment of Baltic Sea bottom water is reflected by geochemical proxies.

Application of methods of non-linear time series analysis helped to identify the variation pattern on time scales from decades to millennia. Baltic Sea facies variations have been compared with oxygen isotope signal of the Greenland ice cores. There are significant periodicities of about 900, 500 and 400 years detected in grey scale values and physical properties of Baltic Sea sediments as well as within the ice core data. The cyclicity of Baltic sediments and Greenland ice data correlates with the sun spot activity during the Holocene. Particularly, the 900 years period is significantly visible within the terrestrial and solar data sets. The theory of dynamical systems allows future projections of climate developments and can be derived from the analysis of proxy variables investigated. The results support the assumption that the current warm period reflects the dynamics of natural system change since the Late Pleistocene.

E.S. Kandiano¹, A. Gorodinsky², J. Helmke¹, H.A. Bauch¹

(¹IFM-GEOMAR, Kiel, Germany ekandiano@ifm-geomar.de, Arctic and Antarctic Research Institute, St.Petersburg, Russia)

Duration and temperature extent of climate optima during MIS 9 in the North Atlantic

In order to get insights into mechanisms of possible intra-interglacial changes, recent investigations focused on MIS 5e and MIS 11, pronounced interglacial periods that in many climatic aspects reveal close resemblance with the Holocene. However, little is known about climate dynamics of MIS 9. This study aims to unveil intra-interglacial dynamics of the latter period in the North Atlantic region (core M23414, 53°32' N, 20°17' W; 2196 m water depth) using foraminiferal assemblages and sea surface temperatures (SSTs) derived from them, in combination with planktic isotope measurements and ice rafted debris (IRD) content. To assess the reliability of SST estimates, three conventional mathematical approaches (Transfer Function Technique (TFT), Modern Analogue Technique (MAT), and Revised Analogue Technique (RAM)) were compared with the modified Transfer Function Technique (TFT*), in which down core records are used as a template for the further factor analysis, instead of a modern database. Analysis of conventional proxies was supported by a recently proposed foraminiferal counting technique which also considers those species that occur in the assemblages in very small amounts and are usually neglected due to their scarcity. The so-called “rare species” come to our core location from low latitudes and have, therefore, a potential to record subtle changes in SST and warm water input changes during periods of full interglacial conditions when conventional proxies reach their limits.

All data unambiguously show that climate dynamics during MIS 9 evolved in close accordance with insolation changes. The early temperature maximum was reached immediately after the end of deglacial processes, between 337 and 334 ka, when insolation was high. Conventional SST reconstruction show that summer SST reached 14 °C to 18 °C, depending on the method used. This maximum was followed by an abrupt SST decrease of approximately 3 °C. SST estimates show a plateau-like pattern until 330 ky, followed by a second abrupt SST decrease leading to glacial inception of MIS 9.2. The late climatic optimum, MIS 9.1, occurring between 313 and 308 ky, was less pronounced in comparison to the early one, which is in agreement with lower insolation values. Moreover, this period was characterised by iceberg discharge, as inferred from IRD content.

Despite close agreement of climatic trends revealed by all conventional proxies during MIS 9, the large offsets between TFT, MAT, and RAM SST estimates question the reliability of absolute values of SST reconstructions. Additionally, high dissimilarity coefficients derived from MAT reveal considerable differences between downcore and modern foraminiferal assemblages. Indeed, the analysis of foraminiferal data down to species level shows a simultaneous occurrence of cold

and warm water indicative species in relatively high amounts, which has no modern analogue. Extremely high proportions of *T. quinqueloba* found during MIS 9.3 point to at least a seasonal proximity of polar water masses to our site. Contrary to conventional SST methods, TFT* estimates reach only 12 °C during MIS 9.3. In addition, rare species show very low abundances during this time when compared to the Holocene, MIS 5e and MIS 11, implying that MIS 9.3 was characterised by diminished warm water advection. All this supports the idea of a relatively cold climate during the latter interglacial.

K.R. Slavova, P.S.Dimitrov

(Institute of Oceanology - Bulgarian Academy of Sciences, Varna)

**Relationship Between the Cycles of Solar Luminosity
and Palaeoclimate and Palaeoenvironment after the Last
Glacial Maximum in the Black Sea Region**

К.Р. Славова, П.С. Димитров

(Институт океанологии БАН, Варна e-mail:margeo@io-bas.bg)

**Взаимосвязь между циклами солнечной яркости
и палеоклимат и палеоокружающая среда после
Последнего Ледникового Максимума в регионе Черного моря**

This paper supports that the transition of the Black Sea system from a fresh-water lake to a marine environment is happened abruptly on the boundary Lower Holocene/Middle Holocene and presents that one of the important reason of the regression of the Black sea basin during 9500–7500 cal.yrs BP is the established cycles of Solar Luminosity.

A luminescent solar insolation proxy record in a speleothem from Duhlata Cave, Bulgaria is obtained. The orbital variations from the Duhlata Cave record by a band-pass Tukey filter is extracted. The same speleothem has been dated by TIMS U/Th dates [1, 2]. The methods of spore-pollen, dinoflagellate cysts and moluscan fauna analysis were employed to reconstruct the vegetation dynamics, changes in continental and marine environment. For the correlation between the climatic archive by the Black Sea region which are dated in conventional ^{14}C years and the cycles of the Solar Luminosity which are dated in U/Th years is used calibration curve of [3]. The special features of the palaeoclimatic archive (“reservoir correction”, “detrital carbon input” for TOC and TCC) are taken into account [4].

The solar insolation proxy record in a speleothem from Duhlata Cave, Bulgaria is measured [1]. The latest results suggest that the solar insolation which is a result of self variations of Solar Luminosity can produce climatic variations with intensity comparable to that of the orbital variations [2]. The warm spell of the climate in the Black sea region about 15000 cal.yrs BP [5, 6] causes a substantial and rapid rise in the Black Sea level. As a result large volumes of water outflowed from the Black Sea into the Marmara Sea through the Bosphorus [7, 8]. The regional improvement of the climate about 15000 cal. yrs BP coincides with the cycle of Solar Luminosity 15100 ± 605 cal. yrs BP from the proxy record from Duhlata Cave, Bulgaria (Fig.1). Most likely this is the reason for this warm spell.

The boundary Pleistocene/Holocene for the Black Sea region is fixed by pollen analysis $10035 \pm 65^{14}\text{C}$ yrs.BP (~ 11160 cal.yrs.BP) [9]. On the other hand cycles of Solar Luminosity 10800 ± 308 cal.yrs BP and 9400 ± 236 cal.yrs BP are measured (Fig.2).

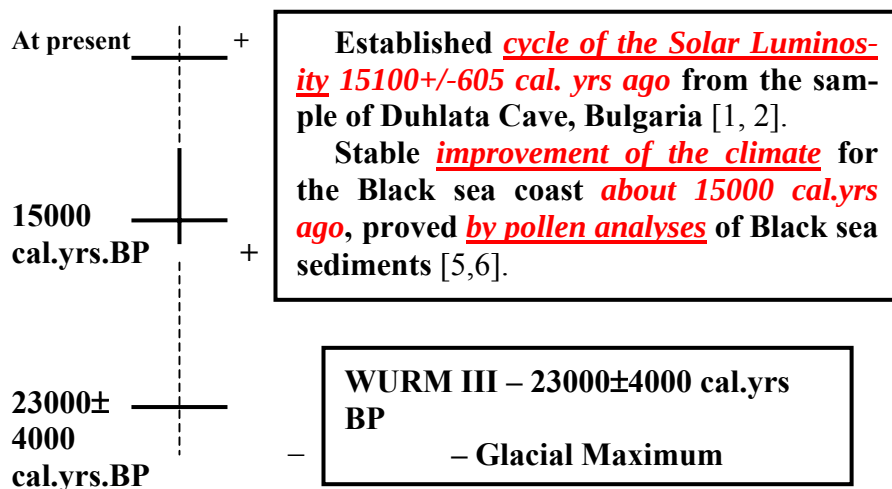


Fig. 1. Stable improvement of the climate (+) about 15000 cal. yrs ago.

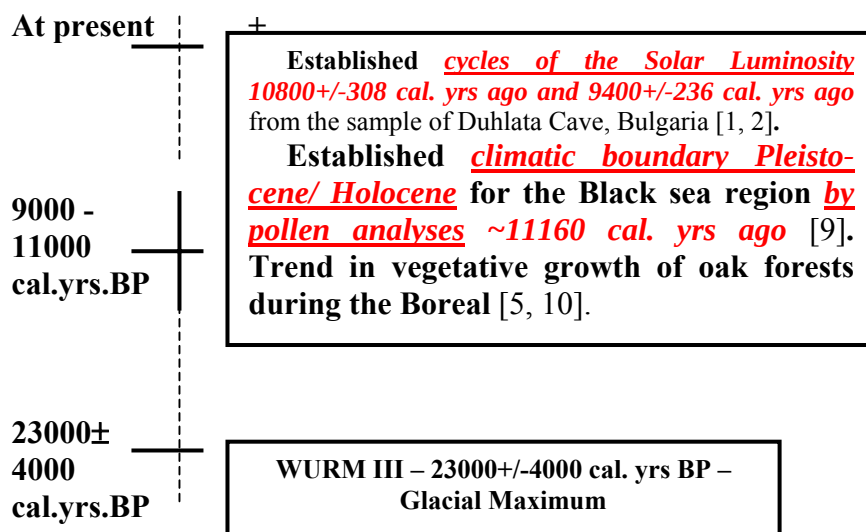


Fig. 2. Stable improvement of the climate (+) about 11000–9000 cal. yrs ago.

The Black Sea was again an isolated freshwater lake during the period 9500–7500 cal. yrs BP without a connection with the Mediterranean Sea. The Black Sea regression is grown. The warm spell of the climate on the boundary Pleistocene/Holocene was accompanied with an evaporation of the water masses and is ensued from:

- an interruption of the outflow of the Caspian Sea into the Black Sea about 9500 cal. yrs BP.
- the cycle of Solar Luminosity 8400 $\pm$ 186 cal. yrs BP.
- the second mini ice age in Europe between 8200 and 7800 cal. yrs BP.

The palaeoclimatic data during the period 6900–3000 cal. yrs BP coincide with the established cycles of Solar Luminosity 6900 $\pm$ 125, 5800 $\pm$ 89, 5500 $\pm$ 80, 5000 $\pm$ 67, 4700 $\pm$ 57, 4000 $\pm$ 42, 3600 $\pm$ 33 cal. yrs ago [1, 2] for this period.

Actually, the established cycles of Solar Luminosity are recorded in the change of palaeoecological setting in the Black Sea region. They can to explain the short-periodicity fluctuation of the Black sea level. It is necessary more thorough investigation of relationship between the cycles of Solar Luminosity and palaeoclimatic changes in the Black Sea region.

1. *Stoykova D.* The investigation of influence of solar variations on the past climate. The PhD thesis. Sofia, 2003.

2. *Shopov Y., Stoykova D., Tsankov L., Sanabria M., Georgieva D., Ford D., Lundberg J., Georgiev L., Forti P.* Intensity of Prolonged Solar Luminosity Cycles and Their Influence Over Past Climates and Geomagnetic Field // *Proceedings of the XIIIth UIS Congress. Brazil. 2001. P. 216–218.*

3. *Stuiver M and Braziunas T.F.* Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10,000 BC // *Radiocarbon. 1993. Vol. 35. P. 137–189.*

4. *Jones G.A. and Gagnon A.R.* Radiocarbon Chronology of Black Sea Sediments // *Deep-Sea Research I. 1994. Vol. 41, N 3. P. 531–557.*

5. *Bozilova E., Filipova M., Atanasova J.* Marine Palynological Data About Palaeoecological Conditions And Vegetation History Of Eastern Bulgaria During The Last 15000 Years // *Annual of the University of Sofia “St. Kliment Ohridski”. Faculty Of Biology. Book 2 – Botany. 1992. Vol. 82. P. 79–87.*

6. *Filipova M.V., Bozilova E.D., Dimitrov P.S.* Palynological and Stratigraphical Data about the Quaternary from the Southern Part of the Bulgarian Black Sea Shelf // *Океанология II. БАН 1983. С. 24–31.*

7. *Genov I., Slavova K., Dimitrov P.* Geological events at result from the climatic changes in the Black sea region during the period 20000–7000 calendar years BP // *Proceeding of International Symposium on Earth system Sciences, Istanbul – Turkey. ISES 2004. September 8–10. P. 577–584.*

8. *Slavova K., Genov I.* Possible Paleo-exchange of Water Masses Between the Mediterranean Sea, Marmara Sea and Black Sea // *Geologica Balcanica. 33. Sofia. 2003. P. 3–4.*

9. *Bozilova E.* Pollen analysis of a peatbog from N1-W1 Rila mountain of Bulgaria // Палинология голоцена и Маринопалинология. М.: Наука, 1973. С. 44–46.

10. *Tonkov S., Božilova E.* Palaeoecological Data About The End Of The Holocene Climatic Optimum In Bulgaria, IV Millenium BC // Annual of the University of Sofia “St. Kliment Ohridski”. Faculty Of Biology. Book 2 – Botany. 1995. Vol. 87. P. 5–15.

The aim of this report is to determine the causality between the cycles of solar luminosity on the one hand and the palaeoclimatic and palaeoenvironment data for the Black Sea region and the fluctuations of Black Sea basin on other hand.

Алфавитный указатель

Абельман А.	236	Гладенков Ю.Б.	197
Аблаев А.Г.	160	Гольдберг Е.Л.	200
Авенариус И.Г.	12	Горбаренко С.А.	24, 179, 200, 219, 298
Авилов В.И.	84	Горшков А.Г.	149
Авилова С.Д.	84	Гребенникова Т.А.	266
Азербает Н.А.	163	Греку Д.Р.	32
Амон Э.О.	166	Греку Р.Х.	32
Андреева И.А.	56	Грецкая Е.В.	101
Аникина Н.Ю.	35	Григорьев А.Г.	203
Анохин В.М.	35	Гусев Е.А.	35
Артемова А.В.	291	Деревянко Л.Г.	35
Астахов А.С.	15	Деркачев А.Н.	119
Афанасьева М.С.	166	Джин Я.К.	112
Баженова Е.А.	18, 35, 140	Дмитренко О.Б.	206, 208, 245
Бараш М.С.	169	Дмитриева М.В.	18
Барг И.М.	172	Дмитриевский А.Н.	104
Баренбаум А.А.	87	Доля И.Н.	128
Баух Х.А.	222, 250, 252, 255	Дударев О.В.	80
Безрукова Е.В.	176	Дунаев Н.Н.	38
Берлин Ю.М.	90, 115	Егоров А.В.	106, 149
Борисов Д.Г.	21, 56	Емельянова Т.А.	41
Босин А.А.	200	Ерошенко Д.В.	77, 211
Бофор Л.	217, 239	Жамойда В.А.	203
Бубенщикова Н.В.	23	Зайцева Т.В.	56
Булдаков С.В.	26, 29, 53	Захарков С.П.	200
Валяев Б.М.	92, 95	Зеленщиков Г.В.	285
Ванштейн Б.Г.	18, 140	Земская Т.И.	128, 149
Василенко Ю.П.	179	Иванов М.В.	15
Васильева О.Н.	182	Иванова Е.В.	214, 217, 239, 242
Веселов О.В.	98	Иванова Е.Д.	219, 266
Видадь Л.	217	Игнатенко Е.А.	71
Вишневская В.С.	185	Ильев А.Я.	266
Вологина Е.Г.	188	Иосифиди А.Г.	35
Волокитина Л.П.	117	Каверина В.П.	233
Воробьева С.С.	188	Кайстренко В.М.	266
Воронин Б.И.	155	Калинин В.В.	285
Гаврилов Ю.О.	191	Калмычков Г.В.	149
Галеев А.А.	233	Кассенс Х.	222
Ганзей Л.А.	266	Касьянкова Н.А.	140
Герасимова М.В.	67	Клювиткина Т.С.	222
Гладенков А.Ю.	194	Ковальчук Е.А.	44

Козлов С.А.	47	Никитин М.А.	50
Конюхов А.И.	109	Николаева Н.А.	119
Корнеев О.Ю.	50	Новичкова Е.А.	252
Королев Э.А.	233	Нюрнберг Д.	23
Корсун С.А.	225	Обжиров А.И.	119, 122, 125
Кошелева В.А.	29, 53	Обрезкова М.С.	291
Кравцов В.А.	239	Овсепян Я.С.	255
Крапивенцева В.В.	101	Олюнина О.С.	257
Крохмаль А.И.	227	Оськина Н.С.	208
Крупская В.В.	21, 56	Павлов А.В.	59
Крылов А.А.	56	Пейве А.А.	69
Крэйн К.	15	Пересыпкин В.И.	61, 239
Кузнецов Д.Д.	230, 282	Погодаева Т.В.	128
Кузнецова М.В.	140	Погодина И.А.	255
Кузьмина Т.Г.	239	Политова Н.В.	3
Куликова М.В.	112	Полякова Е.И.	35, 222, 260
Куренной Д.Н.	53	Полякова И.Д.	143
Курилов Д.В.	185	Поорт Д.	112
Куринный Н.А.	53	Попов В.В.	35
Лазуркин Д.В.	58, 59	Поротов А.В.	263
Левина О.В.	176	Пшенева О.Ю.	200, 219
Левитан М.А.	61, 64	Разжигаева Н.Г.	266
Левченко О.В.	61, 117, 242	Рекант П.В.	35
Лелюх Н.Н.	125	Репкина Т.Ю.	12
Леонова Л.В.	233	Ризебробаккен Б.	214
Леончик М.И.	71	Романенко Ф.А.	257
Лисицын А.П.	3	Ростовцева Ю.В.	269
Литвиненко И.В.	35	Рощина И.А.	61, 64
Лудикова А.В.	230, 282	Руденко О.В.	272
Мазуренко Л.Л.	112	Рудзян В.	15
Малахов М.И.	200	Рыбалко А.Е.	50
Марина М.М.	90, 115	Сапелко Т.В.	230, 282
Матвеева Т.В.	112	Саранцев Е.С.	275, 277
Матвеенков В.В.	117	Сафарова С.А.	3, 160
Матуль А.Г.	236, 288, 298	Свальнов В.Н.	275, 277
Митяев М.В.	66	Свечников А.И.	50
Мурдмаа И.О.	61, 239, 242	Семенов П.Б.	140
Мухина В.В.	245	Семилетов И.П.	80
Найдина О.Д.	247, 250	Сенин Б.В.	71, 131
Неизвестнов Я.В.	53	Сенин Т.Б.	71
Неуструева И.Ю.	282	Серебрянный С.А.	140
Нечитайло А.В.	56	Сивков В.В.	203

Слоистов С.М.	242	Ямскова Е.А.	239, 296
Смирнова М.Н.	137	Янина Т.А.	263
Соболев В.М.	279	Янченко Е.А.	298
Сорочинская А.В.	119	Bauch H.A.	308
Столба В.Ф.	282	Bjørklund K.R.	301
Субетто Д.А.	230, 282	Dimitrov D.P.	304
Супруненко О.И.	131	Dimitrov P.S.	304, 310
Талденкова Е.Е.	255	Emelyanov E.	307
Тарасов Г.А.	74	Endler R.	307
Ткаченко Г.Г.	140	Gorodinsky A.	308
Толмачева А.В.	61, 64	Grigoriev A.	307
Улановская Т.Е.	285	Harff J.	307
Уткин И.В.	80	Hatakeda K.	301
Хаин В.Е.	143	Helmke J.	308
Хальд М.	225	Kandiano E.S.	308
Харин Г.С.	75, 77, 146	Kotov S.	307
Харламов А.А.	266	Kruglikova S.B.	301
Хлыстов О.М.	128, 149	Slavova K.R.	310
Ходжер Т.В.	128		
Хоменко Е.С.	225		
Хортов А.В.	131, 134		
Хусид Т.А.	288		
Цой И.Б.	291		
Чамов Н.П.	69		
Чаркин А.Н.	80		
Чен-Сен Ли	160		
Черкашев Г.А.	29		
Чеховская М.П.	288		
Чистякова Н.О.	214		
Чудецкий М.Ю.	152		
Шарапова А.Ю.	203		
Шевченко В.П.	3		
Шило И.Н.	80		
Шипилов Э.В.	44		
Шнюков Е.Ф.	84		
Шоджи Х.	112		
Щербакова М.Н.	294		
Щербинина Е.А.	191		
Юркова Р.М.	155		
Ю-Фей Ван	160		
Юшина И.Г.	236		

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Лисицын А.П., Сафарова С.А., Шевченко В.П., Политова Н.В.</i> История Школ (Конференций) по Морской геологии	3
---	---

Морская геология Арктики

<i>Авенариус И.Г., Репкина Т.Ю.</i> Морфоструктура и некоторые элементы морфолитодинамики Воронки Белого моря	12
<i>Астахов А.С., Иванов М.В., Крэйн К., Рудзян В.</i> Литохимия осадков Чукотского моря и примыкающей части Северного Ледовитого океана	15
<i>Баженова Е.А., Ваништейн Б.Г., Дмитриева М.В.</i> Геохимические особенности залежей пластового льда как индикатор их образования (на примере прибрежной зоны Карского моря)	18
<i>Борисов Д.Г., Крупская В.В.</i> Обработка данных рентгенографических исследований глинистых минералов морских осадков при помощи программы SediClay	21
<i>Бубенищикова Н.В., Нюрнберг Д., Горбаренко С.А.</i> Изменения палеопродуктивности и зоны кислородного минимума Охотского моря за последние 50 тысяч лет по бентосным фораминиферам и биогеохимическим данным	23
<i>Булдаков С.В.</i> Инженерно-геологические исследования донных осадков, развитых на шельфе Кольского полуострова Баренцева моря	26
<i>Булдаков С.В., Кошелева В.А., Черкашёв Г.А.</i> Особенности вещественного состава неоплейстоцен – голоценовых осадков, развитых на шельфе Кольского полуострова Баренцева моря	28
<i>Греку Р.Х., Греку Д.Р.</i> Распространение континентальных масс Евразии в акватории Северного ледовитого океана по данным метода гравиметрической томографии	32
<i>Гусев Е.А., Попов В.В., Иосифиди А.Г., Литвиненко И.В., Деревянко Л.Г., Аникина Н.Ю., Полякова Е.И., Рекант П.В., Анохин В.М., Баженова Е.А.</i> Плиоцен-четвертичные отложения арктического шельфа Чукотки	35
<i>Дунаев Н.Н.</i> Новейшая тектоника Индигской бухты (Баренцево море)	38
<i>Емельянова Т.А.</i> Геодинамика и основные этапы вулканизма Японского моря в кайнозое	41

<i>Ковальчук Е.А., Шипилов Э.В.</i> Новые данные о строении Кольского фиорда (залива)	44
<i>Козлов С.А.</i> Проблемы инженерно-геологического изучения Арктического шельфа	47
<i>Корнеев О.Ю., Рыбалко А.Е., Свечников А.И., Никитин М.А.</i> Форма осадочных тел по данным высокочастотного профилирования – важнейший показатель при литолого-палеогеографическом изучении четвертичных отложений внутренних морей гляциальной зоны	50
<i>Кошелева В.А., Куринный Н.А., Куренной Д.Н., Неизвестнов Я.В., Булдаков С.В.</i> Инженерно-геологические особенности донных осадков, развитых в Татарском проливе Охотского моря	53
<i>Крупская В.В., Андреева И.А., Зайцева Т.В., Нечитайло А.В., Крылов А.А., Борисов Д.Г.</i> Условия осадконакопления на поднятии Менделеева (Северный Ледовитый океан) в познекайнозойское время	56
<i>Лазуркин Д.В.</i> Основные структурно-морфологические элементы Северного Ледовитого океана	58
<i>Лазуркин Д.В., Павлов А.В.</i> Осадочные бассейны Северного Ледовитого океана и перспективы их нефтегазоносности	59
<i>Левитан М.А., Левченко О.В., Мурдмаа И.О., Пересыпкин В.И., Рощина И.А., Толмачева А.В.</i> История осадконакопления в Исфьорде (Западный Шпицберген)	61
<i>М.А. Левитан, И.А. Рощина, А.В. Толмачева</i> История формирования осадочного хребта Уэдделла (море Уэдделла) в течение последних 19 тыс. лет	64
<i>Митяев М.В., Герасимова М.В.</i> Скорость абразии грубообломочного материала на литорали Мурманского побережья	66
<i>Пейве А.А., Чамов Н.П.</i> Основные черты неотектоники хребта Книповича (Северная Атлантика)	69
<i>Сенин Б.В., Леончик М.И., Игнатенко Е.А., Сенин Т.Б.</i> Сейсмо-геологические критерии нефтеносности разреза восточной части Баренцева моря	71
<i>Тарасов Г.А.</i> Особенности геологической эволюции шельфа Баренцева моря в позднем кайнозое	74
<i>Харин Г.С.</i> Проходил ли хребет Ломоносова над Сибирским плюмом?	75
<i>Харин Г.С., Ерошенко Д.В.</i> История эксплозивного магматизма Исландского плюма в кайнозое (по данным пепловых накоплений в осадочном чехле западноарктических морей)	77

<i>Чаркин А.Н., Дударев О.В., Семилетов И.П., Уткин И.В., Шило И.Н.</i> Современное состояние реликтов субаэрального рельефа на шельфе морей Восточно-Сибирского региона	80
--	----

Нефть и газ на дне морей и океанов

<i>Авилов В.И., Авилова С.Д., Шнюков Е.Ф.</i> Проявление глубинных газов в Черном море	84
<i>Баренбаум А.А.</i> Антропогенное нефтегазообразование на дне морей и океанов	87
<i>Берлин Ю.М., Марина М.М.</i> Прогноз распределения очагов нефтегазообразования в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях Черноморского региона	90
<i>Валяев Б.М.</i> Приповерхностный интервал нефтегазонакопления: специфика и масштабы утилизации углеводородных флюидов	92
<i>Валяев Б.М.</i> Утилизация локализованных разгрузок и потоков углеводородов в водной толще и донных осадках акваторий	95
<i>Веселов О.В.</i> Термобарические условия стабильности газовых гидратов в Охотском море	98
<i>Грецкая Е.В., Крапивенцева В.В.</i> Углеводородный потенциал осадочных отложений Голыгинского бассейна	101
<i>Дмитриевский А.Н.</i> Перспективы освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа арктических и дальневосточных морей России	104
<i>Егоров А.В.</i> Основные закономерности формирования газогидратных скоплений в акваториях	106
<i>Конюхов А.И.</i> Роль тектонических и климатических факторов в формировании месторождений нефти и газа на континентальных окраинах Южной Атлантики	109
<i>Куликова М.В., Поорт Д., Матвеева Т.В., Мазуренко Л.Л., Джин Я.К., Шоджи Х.</i> Геотермическое моделирование для определения параметров скоплений газовых гидратов, образованных в отложениях различных типов очагов разгрузки флюидов	112
<i>Марина М.М., Берлин Ю.М.</i> Прогноз распределения органического вещества в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях северо-восточной части Черноморского региона	115
<i>Матвеенков В.В., Левченко О.В., Волокитина Л.П.</i> Зона тектонической деформаций в Центральной котловине Индийского океана – перспективная структура для образования крупных скоплений углеводородов	117

<i>Николаева Н.А., Деркачев А.Н., Обжиров А.И., Сорочинская А.В.</i> Минералого-геохимические признаки формирования и деградации газовых гидратов в приповерхностных горизонтах осадков северо-восточного склона о-ва Сахалин	119
<i>Обжиров А.И.</i> Роль газогидратов в формировании нефтегазовых залежей в морских условиях	122
<i>Обжиров А.И., Лелюх Н.Н.</i> Дистационные газогеохимический и гидроакустический методы поиска нефтегазовых месторождений и полей газогидратов в морских условиях	125
<i>Погодаева Т.В., Земская Т.И., Доля И.Н., Хлыстов О.М., Ходжер Т.В.</i> Особенности формирования газовых гидратов в приповерхностных осадках грязевого вулкана "Маленький" (оз. Байкал): по данным химического состава поровых вод	128
<i>Сенин Б.В., Супруненко О.И., Хортов А.В.</i> Некоторые результаты и проблемы изучения геологии и нефтегазоносности континентального шельфа России	131
<i>Сенин Б.В., Хортов А.В.</i> О выделении турбидитного комплекса в разрезе кайнозойских отложений северо-восточной части Черного моря как нового объекта для поисков нефти и газа	134
<i>Смирнова М.Н.</i> Региональные глубинные разломы и их роль в эндодинاميке Черного моря (сейсмичность, нефтегазонакопление)	137
<i>Ткаченко Г.Г., Ваништейн Б.Г., Серебряный С.А., Касьянкова Н.А., Семенов П.Б., Баженова Е.А., Кузнецова М.В.</i> Геохимические методы поисков нефти и газа на шельфе	140
<i>Хаин В.Е., Полякова И.Д.</i> Глубоководная зона перехода от континента к океану – хранилище огромных углеводородных запасов нашей планеты	143
<i>Харин Г.С.</i> О нефтегазоносности Балтийской синеклизы (Балтийское море)	146
<i>Хлыстов О.М., Егоров А.В., Земская Т.И., Горшков А.Г., Калмычков Г.В.</i> Нефть, газ и газовые гидраты озера Байкал	149
<i>Чудецкий М.Ю.</i> Особенности трансформации потоков углеводородно-водных флюидов при их разгрузке в областях морского осадконакопления и особенности жизнедеятельности бактерий на реакциях происходящих в процессе такой трансформации	152
<i>Юркова Р.М., Воронин Б.И.</i> Геодинамические условия нефтегазообразования в связи с подъемом офиолитового диапира в краевом море	155

Палеоокеанология, палеоэкология, биостратиграфия, перекрестная корреляция отложений

<i>Аблаев А.Г., Сафарова С.А., Ли Чен-Сен, Ван Ю-Фей</i> Итоги исследований по российско-китайской программе «Тумангано-Бикинский бассейн седиментации» (2001-2006 гг.)	160
<i>Азербайев Н.А.</i> Фация доломитово-известковых осадков континентального подножия с глубоководными фенами в кокбулакской свите Большого Каратау (Казахстан)	163
<i>Афанасьева М.С., Амон Э.О.</i> Провинциализм радиолярий позднего девона	166
<i>Бараиш М.С.</i> Развитие мезозойской биоты океанов под влиянием абиотических факторов	169
<i>Барз И.М.</i> О средиземноморском этапе развития Азово-Черноморского бассейна	172
<i>Безрукова Е.В., Левина О.В.</i> Ответ экосистемы озера Байкал на изменения природной среды терминации 1 и голоцена	176
<i>Василенко Ю.П., Горбаренко С.А.</i> Изменения ледового разноса в Охотском море в позднем плейстоцене и голоцене	179
<i>Васильева О.Н.</i> Палеогеографические обстановки Западно-Сибирского морского бассейна в палеогене	182
<i>Вишневская В.С., Курилов Д.В.</i> Эволюция радиолярий раннего мела (на примере экотонной области Тихоокеанской провинции)	185
<i>Вологина Е.Г., Воробьева С.С.</i> Состав диатомей в голоцен – позднелейстоценовых осадках озера Байкал	188
<i>Гаврилов Ю.О., Щербинина Е.А.</i> Аноксические бассейны и «аноксические события» мезозоя-кайнозоя Северо-Восточного Перитетиса	191
<i>Гладенков А.Ю.</i> Первые данные по диатомовой флоре из опорного разреза палеогена Северо-Восточной Камчатки	194
<i>Гладенков Ю.Б.</i> Новые шаги в детальном расчленении морских отложений. Инфразональная стратиграфия – это фантазия или реальность?	197
<i>Горбаренко С.А., Малахов М.И., Гольдберг Е.Л., Захарков С.П., Босин А.А., Василенко Ю.П., Пшенева О.Ю.</i> Орбитальные и тысячелетние изменения климата и среды дальневосточных морей в позднем плейстоцене и голоцене	200
<i>Григорьев А.Г., Жамойда В.А., Шарапова А.Ю., Сивков В.В.</i> Новые данные по истории развития Балтийского моря	203

<i>Дмитренко О.Б.</i> Наннопланктон в четвертичных донных осадках Бразильской котловины	206
<i>Дмитренко О.Б., Оськина Н.С.</i> Известковые микрофоссилии как показатель процессов формирования осадков в районе станции АСВ-17-2003-1447 возвышенности Риу-Гранди	208
<i>Ерошенко Д.В.</i> Распределение вулканокластического материала в осадках Центральной Атлантики и Средиземного моря	211
<i>Иванова Е.В., Чистякова Н.О., Ризебробаккен Б.</i> Пространственно-временная изменчивость условий среды Баренцева моря в голоцене	214
<i>Иванова Е.В., Бофор Л., Видаль Л.</i> Вариации температуры поверхностной воды и биопродуктивности в восточной части экваториальной области Тихого океана: сравнение предпоследнего и последнего климатических циклов	217
<i>Иванова Е.Д., Пишнев О.Ю., Горбаренко С.А.</i> Особенности четвертичных донных сообществ в осадках Охотского моря	219
<i>Клювиткина Т.С., Полякова Е.И., Баух Х.А., Кассенс Х.</i> Палеогеографическое развитие моря Лаптевых за последние 17.5 тыс. календарных лет по данным анализа водных палиноморф	222
<i>Корсун С.А., Хоменко Е.С., Хальд М.</i> Событие 8,200, запечатленное в архиве донных отложений арктического фиорда Фон Мийен, Шпицберген	225
<i>Крохмаль А.И.</i> Точка прямой корреляции средннеоплейстоценовых морских и континентальных отложений юго-запада Русской равнины	227
<i>Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Лудикова А.В.</i> Новые данные по Балтийско-Ладожскому соединению в позднем голоцене по палеолимнологическим данным	230
<i>Леонова Л.В., Королев Э.А., Галеев А.А., Каверина В.П.</i> Ископаемый оазис на краю базальтового поля	233
<i>Матуль А.Г., Юшина И.Г., Абельман А.</i> Палеотемпература воды Охотского моря в оптимуме раннего голоцена	236
<i>Мурдмаа И.О., Иванова Е.В., Бофор Л., Пересыпкин В.И., Ямскова Е.А., Кузьмина Т.Г., Кравцов В.А.</i> Накопление терригенного и планктоногенного органического вещества на хребте Кокос (восточная часть экваториальной зоны Тихого океана) в течение последних 70 тыс. лет	239
<i>Мурдмаа И.О., Левченко О.В., Слоистов С.М., Иванова Е.В.</i> Проксимальные ледниково-морские отложения начальной фазы дегляциации последнего оледенения в Баренцевом море	242

<i>Мухина В.В., Дмитренко О.Б.</i> Биостратиграфия донных осадков Норвежского моря по микрофоссилиям	245
<i>Найдина О.Д.</i> Голоценовые палинологические и фаунистические ассоциации колонки из восточной части моря Лаптевых и их палеогеографическая интерпретация	247
<i>Найдина О.Д., Баух Х.А.</i> Раннеголоценовые фаунистические и спорово-пыльцевые ассоциации колонки из восточной части моря Лаптевых и их палеогеографическая интерпретация	250
<i>Новичкова Е.А., Баух Х.А.</i> Постгляциальное развитие бассейна Белого моря по данным анализа цист динофлагеллат	252
<i>Овсепян Я.С., Талденкова Е.Е., Погодина И.А., Баух Х.А.</i> Комплексы бентосных фораминифер и реконструкция событий послеледниковья и голоцена в западной части моря Лаптевых	255
<i>Олюнина О.С., Романенко Ф.А.</i> К вопросу о распространении морских отложений на Карельском берегу Белого моря	257
<i>Полякова Е.И.</i> Поздний кайнозой арктических морей Евразии (диатомовая стратиграфия и палеоокеанология)	260
<i>Поротов А.В., Янина Т.А.</i> Палеогидрологические условия Азовского моря в позднем голоцене по стабильным изотопам карбоната раковинного материала	263
<i>Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Ильев А.Я., Кайстренко В.М., Гребенникова Т.А., Иванова Е.Д., Харламов А.А.</i> Проявление палеоцунами на Малой Курильской гряде в среднем-позднем голоцене	266
<i>Ростовцева Ю.В.</i> Роль микробных матов в образовании карбонатных осадков (на примере отложений среднего сармата Керченско-Таманского прогиба)	269
<i>Руденко О.В.</i> Палинозональная корреляция морских шельфовых и терригенных отложений голоцена Западно-Арктического региона	272
<i>Саранцев Е.С., Свальнов В.Н.</i> Текстуры и микроструктуры четвертичных осадков Бразильской котловины	275
<i>Свальнов В.Н., Саранцев Е.С.</i> Четвертичная седиментация под антициклоническими круговоротами Атлантики	277
<i>Соболев В.М.</i> Четвертичные отложения и палеогеография Горла Белого моря	279
<i>Субетто Д.А., Столба В.Ф., Кузнецов Д.Д., Неуструева И.Ю., Сапелко Т.В., Лудикова А.В.</i> Стратиграфия и хронология озерных отложений Крыма – основа реконструкции голоценовых изменений уровня Черного моря	282

<i>Улановская Т.Е., Калинин В.В., Зеленичиков Г.В.</i> Палеоген российский сектора Каспийского моря	285
<i>Хусид Т.А., Чеховская М.П., Матуль А.Г.</i> Фораминиферы в верхнеплейстоценовых-голоценовых осадках Берингова моря и изменения гидрологических условий	288
<i>Цой И.Б., Обрезкова М.С., Артемова А.В.</i> Диатомеи поверхностных осадков Охотского моря и северо-западной части Тихого океана	291
<i>Щербакова М.Н.</i> Реконструкции штормов – важный метод палеогеографии	294
<i>Ямскова Е.А.</i> Зависимость сообществ бентосных фораминифер от изменений палеоусловий в восточной части экваториальной области Тихого океана за последние 50 тыс. лет	296
<i>Янченко Е.А., Горбаренко С.А., Матуль А.Г.</i> Распределение радиолярии в поверхностном слое осадков Охотского моря	298
<i>Bjørklund K.R., Kruglikova S.B., Hatakeda K.</i> <i>Amphimelissa setosa</i> (Polycystina, Nassellaria), its first occurrence, its stratigraphy and importance as a paleoecological signal in the north Atlantic	301
<i>Dimitrov D.P., Dimitrov P.S.</i> About Geocatastrophic Events in the Black Sea and Pleistocene – Holocene Geological Boundary	304
<i>Harff J., Emelyanov E., Endler R., Kotov S., Grigoriev A.</i> Climatic variations between Northern Atlantic and Eurasia during the Late Quaternary – mirrored in Baltic Sea sediments	307
<i>Kandiano E.S., Gorodinsky A., Helmke J., Bauch H.A.</i> Duration and temperature extent of climate optima during MIS 9 in the North Atlantic	308
<i>Slavova K.R., Dimitrov P.S.</i> Relationship Between the Cycles of Solar Luminosity and Palaeoclimate and Palaeoenvironment after the Last Glacial Maximum in the Black Sea Region	310
Алфавитный указатель	314

CONTENTS

<i>A.P. Lisitzin, S.A. Safarova, V.P. Shevchenko, N.V. Politova</i> History of Schools (Conferences) on Marine Geology in Russia	3
--	---

Marine geology of the Arctic region

<i>I.G. Avenarius, T.Yu. Repkina</i> Morphostructure and some elements of morpholitodynamics of the White Sea Funnel	12
<i>A.S. Astakhov, M.V. Ivanov, Kathleen Crane, Wang Rujian</i> Litho-chemistry bottom sediments of Chukchi Sea and contiguous part of Arctic Ocean	15
<i>E.A. Bazhenova, B.G. Vanstein, M.V. Dmitrieva</i> Cryogeochemistry of the tabular ground ice at the Kara Sea coast as indicator of its formation	18
<i>D.G. Borisov, V.V. Krupskaya</i> Estimation of clay minerals distribution in marine sediments using SediClay software	21
<i>N.V. Bubenshchikova, D. Nürnberg, S.A. Gorbarenko</i> Variations of the paleoproductivity and oxygen minimum zone of the Okhotsk Sea over the last 50 kyr as indicated by benthic foraminiferal and biogeochemical data	23
<i>S.V. Buldakov</i> Engineering-geological researches of the ground deposits developed on a shelf of Kola Peninsula of the Barents Sea	26
<i>S.V. Buldakov, V.A. Kosheleva, G.A. Cherkashov</i> Features of the material composition of Pleistocene – Holocene sediments, development on the shelf of the Kolskyi peninsula	28
<i>R.Kh. Greku, D.R. Greku</i> Extension of the Eurasian continental margin to the Arctic Ocean with the gravimetric tomography data	32
<i>E.A. Gusev, V.V. Popov, A.G. Iosifidi, I.V. Litvinenko, L.G. Der- evyanko, N.Yu. Anikina, E.I. Polyakova, P.V. Rekant, V.M. Anokhin, E.A. Bazhenova</i> Pliocene-Quaternary sediments of Arctic Chukchi shelf	35
<i>N.N. Dunaev</i> The Neotectonics of the Indiga Bay (the Barents Sea)	38
<i>T.A. Emel'yanova</i> Japan Sea Cenozoic geodynamic and volcanism main stages	41
<i>E.A. Kovalchuk, Ed.V. Shipilov</i> New Data on structure of the Kola fiord	44

<i>S.A. Kozlov</i> Problems of engineering-geological studying of the Arctic shelf	47
<i>O.Yu. Korneev, A.E. Rybalko, A.I. Sveshnikov, M.A. Nikitin</i> The form of sedimentary bodies on the data of high-frequency profiling - major parameter at lithology-palaeogeographic study of quaternary sediments of the inland seas of a glacial zone	50
<i>V.A. Kosheleva, N.A. Kurinnyi, D.N. Kurennoi, Ya.V. Neizvestnov, S.V. Buldakov</i> Engineering-geological features of the bottom sediments developed in the Tatarskyi Strait of the Okhotsk Sea	53
<i>V.V. Krupskaya, I.A. Andreeva, T.V. Zaitseva, A.V. Nechitaylo, A.A. Krylov, D.G. Borisov</i> Sedimentary environments on the Mendeleev ridge (Arctic Ocean) during the Late Cainozoic time	56
<i>D.V. Lazurkin</i> The general structural and morphological elements of Arctic Ocean	58
<i>D.V. Lazurkin, A.V. Pavlov</i> Sedimentary basins of the Arctic Ocean and perspectives of their oil and gas potential	59
<i>M.A. Levitan, O.V. Levchenko, I.O. Murdmaa, V.I. Peresypkin, I.A. Roshchina, A.V. Tolmacheva</i> Sedimentation history of Is-fjorden (Western Spitsbergen)	61
<i>M.A. Levitan, I.A. Roshchina, A.V. Tolmacheva</i> Formation history of sediment ridge Weddell (the Weddell Sea) during the last 19 ka ..	64
<i>M.V. Mityaev, M.V. Gerasimova</i> The velocity of the coarse size material abrasion on the Murmansk littoral zone	66
<i>A.A. Peyve, N.P. Chamov</i> Main features of neotectonic stage of Knipovich ridge (North Atlantic)	69
<i>B.V. Senin, M.I. Leonchik, E.A. Ignatenko, T.B. Senin</i> Seismogeological Criteria of Oil Presence in the East Barents Sea	71
<i>G.A. Tarasov</i> The peculiarities of the Barents Sea shelf geological evolution at Late Cainozoic	74
<i>G.S. Kharin</i> Did the Lomonosov Ridge travel throw the Siberian Plume?	75
<i>G.S. Kharin, D.V. Eroshenko</i> Cenozoic explosive magmatism history of the Iceland Plume (on data volcanic ash accumulations in the sedimentary strata of the westarctic seas)	77
<i>A.N. Charkin, O.V. Dudarev, I.P. Semiletov, I.V. Utkin, I.N. Shilo</i> Recent states of subaerial relief relics on the shelf of the East-Siberian region	80

Oil and gas in the seas and oceans

<i>V.I. Avilov, S.D. Avilova, E.F. Shniukov</i> The fluid flux from the Black sea bottom	84
<i>A.A. Barenbaum</i> Anthropogenic oil and gas formation at bottom of seas and oceans	87
<i>Y.M. Berlin, M.M. Marina</i> Prediction of the hydrocarbon kitchen distribution in Oligocen – Early Miocene rocks of the Black Sea region	90
<i>B.M. Valyaev</i> Subsurface interval of the gas and oil accumulations: peculiarity and dimensions of the hydrocarbon fluids utilization	92
<i>B.M. Valyaev</i> Utilization of the localized hydrocarbon discharges and flows in the water column and bottom sediments of the aquatoria	95
<i>O.V. Veselov</i> The thermobaric conditions of gas hydrates stability in the Sea of Okhotsk	98
<i>E.V. Gretskeya, V.V. Krapiventseva</i> Hydrocarbon potential of sedimentary cover of Golyiginskiy basin	101
<i>A.N. Dmitrievsky</i> Prospects of developing of oil and gas resources on the Russian Arctic and Far-east continental shelf	104
<i>A.V. Egorov</i> Some foundations of gas hydrate formation in deep water areas	106
<i>A.I. Konyukhov</i> Significance of tectonic and climatic factors in the formation of oil and gas fields on the continental margins in South Atlantic	109
<i>M.V. Kulikova, J. Poort, T.V. Matveeva, <u>L.L. Mazurenko</u>, Y.K. Jin, H. Shoji</i> Geothermal modeling for the determination of parameters for gas hydrate accumulations formed in different types of fluid discharge structures	112
<i>M.M. Marina, Y.M. Berlin</i> Prediction of organic matter distribution in Oligocen-Early Miocene rocks north-east of the Black Sea region	115
<i>V.V. Matveenkoy, O.V. Levchenko, L.P. Volokitina</i> Intraplate deformation zone in the Central Indian Ocean Basin are the perspective structure of the mainor carbonate's formation	117
<i>N.A. Nikolaeva, A.N. Derkachev, A.I. Obzhirov, A.V. Sorochinskaya</i> Mineralogical-geochemical indicators of the formation and destabilization of gas hydrates in near-surface sediments of Sakhalin north-eastern slope	119

<i>A.I. Obzhirov</i> The role of gas hydrate in the creation of oil gas deposit in the marine condition	122
<i>A.I. Obzhirov, N.N. Lelyukh</i> Remote gas-geochemical and hydroacoustic methods of search of oil-and-gas deposits and gas hydrate fields in sea conditions	125
<i>T.V. Pogodaeva, T.I. Zemskaya, I.N. Dolya, O.M. Khlystov, T.V. Khodzher</i> Peculiarities of gas hydrate formation in subsurface sediments of the mud volcano “Malenkiy” (Lake Baikal): results of chemical studies of pore water	128
<i>B.V. Senin, O.I. Suprunenko, A.V. Khortov</i> Some results and challenges of geology and hydrocarbon potential study on the Russian continental shelf	131
<i>B.V. Senin, A.V. Khortov</i> The delineation and mapping of turbidites in the northern-eastern part of Black Sea for oil and gas prospecting	134
<i>M.N. Smirnova</i> Regional deep faults and their role in endodynamics of the Black Sea (seismicity, oil- and gas- accumulation)	137
<i>G.G. Tkachenko, B.G. Vanshtein, S.A. Serebrenn, N.A. Kas'yanova, P.B. Semenov, E.A. Bagenova, M.V. Kuznetsova</i> Geochemical methods of search of oil and gas on a shelf	140
<i>V.E. Khain, I.D. Polyakova</i> Deep-water continent-ocean transition zone as repository of huge hydrocarbon resources of our Planet	143
<i>G.S.Kharin</i> About petroleum potential of Baltic sineclise (Baltic Sea)	146
<i>O.M. Khlystov, A.V. Egorov, T.I. Zemskaya, A.G. Gorshkov, G.V. Kalmychkov</i> Oil, Gas and Gas Hydrates of Lake Baikal	149
<i>M.Yu. Chudetsky</i> Features of transformation of streams of hydrocarbon-water flows at their unloading in areas sea sedimentation and features of ability to live of bacteria on chemical reaction occurring during such transformation	152
<i>R.M. Yurkova, B.I. Voronin</i> Geodynamics of oil and gas formation connected with ophiolite diapir uplift in the marginal sea	155

Paleoceanology, paleoecology, biostratigraphy, cross correlation of deposits

<i>A.G. Ablaev, S.A. Safarova., Li Chen-Sen, Van Yu-Fej</i> Results of the Russian-Chinese investigations on the program “Tumangan-Bikin sedimentary basin” (2001-2006)	160
<i>N.A. Azerbayev</i> The facies of dolomite-calcic deposits of the continental rise with deep-water fans in the Kokbulak suite in Bolshoy Karatau (Kazakhstan)	163

<i>M.S. Afanasieva, E.O. Amon</i> Provincialism of radiolarian fauns in the Late Devonian	166
<i>M.S. Barash</i> Development of Mesozoic oceanic biota by influence of abiotic factors	169
<i>I.M. Barg</i> On mediterranean stage of development of the Azovian-Black Sea basin	172
<i>E.V. Bezrukova, O.V. Levina</i> Response of Lake Baikal ecosystem to the Termination I and Holocene paleoenvironmental change	176
<i>Yu.P. Vasilenko, S.A. Gorbarenko</i> Ice-Rafted Detritus changes in the Sea of Okhotsk during Late Pleistocene and Holocene	176
<i>O.N. Vasilyeva</i> Paleogeographical environments of West-Siberian marine basin during the Paleogene	182
<i>V.S. Vishnevskaya, V.D. Kurilov</i> Early Cretaceous radiolarian evolution (based on ecotone area of Pacific province)	185
<i>E.G. Vologina, S.S. Vorobyeva</i> Composition of diatoms in Holocene – Late Pleistocene sediments of Lake Baikal	188
<i>Yu.O. Gavrilov, E.A. Shcherbinina</i> Anoxic basins and “Anoxic events” of Northeastern Peri-Tethys in the Mesozoic-Cenozoic	191
<i>A.Yu. Gladenkov</i> First data on diatom flora from the Paleogene key section of Northeastern Kamchatka	194
<i>Yu.B. Gladenkov</i> New steps towards a detailed subdivision of marine deposits. Infrazonal stratigraphy – fantasy or reality?	197
<i>S.A. Gorbarenko, M.I. Malakhov, E.L. Goldberg, S.P. Zakharkov, A. A. Bosin, Yu.P. Vasilenko, O.Yu. Psheneva</i> Orbital and millenium scale climate and environmental changes of the Far-eastern Seas during Late Pleistocene and Holocene	200
<i>A.G. Grigoriev, V.A. Zhamoida, A.Y. Sharapova, V.V. Sivkov</i> New data on geological development of the Baltic Sea	203
<i>O.B. Dmitrenko</i> Nannoplankton in the Quaternary bottom sediments of the Brazilian Cape	206
<i>O.B. Dmitrenko, N.S. Oskina</i> Calcareous Microfossils As Sediment Formation Mark In The Core ACB-17-2003-1447 Area (Rio Grande Rise)	208
<i>D.V. Eroshenko</i> The distribution of volcanoclastic material in the deposits of Central Atlantic Ocean and Mediterranean Sea	211
<i>E.V. Ivanova, N.O. Chistyakova, B. Risebrobakken</i> Spatiotemporal environmental changes in the Barents Sea during the Holocene	214
<i>E.V. Ivanova, L. Beaufort, L. Vidal</i> Variability of sea-surface temperatures and bioproductivity in the Eastern Equatorial Pacific: a comparison of penultimate and last climatic cycles	217

<i>Ye.D. Ivanova, O.Yu. Psheneva, S.A. Gorbarenko</i> The feature of the Quaternary benthic community in Okhotsk Sea sediments	219
<i>T.S. Klyuvitkina, E.I. Polyakova, H.A. Bauch, H. Kassens</i> Paleogeographical evolution of the Laptev Sea during past 17.5 cal. ka based on aquatic palynomorph assemblages	222
<i>S. Korsun, L. Khomenko, M. Hald</i> The 8200 cal. yr BP event reflected in the arctic fjord Van Mijenfjorden, Svalbard	225
<i>A.I. Krokhmal</i> Point of direct correlation of Middle Neopleistocene marine and continental deposits of south-west of the Russian plain	227
<i>D.D. Kuznetsov, D.A. Subetto, T.V. Sapelko, A.V. Ludikova</i> Baltic Sea – Ladoga Lake Connection in the Late Holocene – New Data from the Lakes Sediments of Karelian Isthmus	230
<i>L.V. Leonova, E.A. Korolev, A.A. Galeev, V.P. Kaverina</i> Fossil oasis at the edge of basalt field	233
<i>A.G. Matul, I.G. Yushina, A. Abelmann</i> The water paleotemperature in the Sea of Okhotsk during the Early Holocene optimum	236
<i>I.O. Murdmaa, E.V. Ivanova, L. Beaufort, V.I. Peresypkin, E.A. Yamskova, T.G. Kuzmina, V.A. Kravtsov</i> Accumulation of terrestrial and marine organic matter on the Cocos Ridge (Eastern Equatorial Pacific) during the last 70 ka	239
<i>I.O. Murdmaa, O.V. Levchenko, S.M. Sloistov, E.V. Ivanova</i> Proximal glaciomarine sediments formed during the early deglaciation of the last Barents Sea ice sheet	242
<i>V.V. Mukhina, O.B. Dmitrenko</i> Biostratigraphy of the Bottom Sediments in the Norwegian Sea by microfossils	245
<i>O.D. Naidina</i> Holocene palynological and faunistic assemblages in core from the eastern part of the Laptev Sea and their paleogeographical interpretation	247
<i>O.D. Naidina, H.A. Bauch</i> Early Holocene faunistic and pollen assemblages in core from the eastern part of the Laptev Sea and their paleogeographical interpretation	250
<i>Ye.A. Novichkova, H.A. Bauch</i> Postglacial evolution of the White Sea Basin based on dinoflagellate cyst analysis	252
<i>Ya.S. Ovsepyan, E.E. Taldenkova, I.A. Pogodina, H.A. Bauch</i> Benthic foraminiferal assemblages and reconstruction of Postglacial and Holocene paleoevents in the western Laptev Sea	255
<i>O.S. Olyunina, F.A. Romanenko</i> On the distribution of marine sediments on the Karelian coast of White Sea	257
<i>Ye.I. Polyakova</i> Late Cenozoic of the Eurasian Arctic Seas (diatom stratigraphy and paleoceanography)	260

<i>A.V. Porotov, T.A. Yanina</i> Palaeohydrological conditions of the Sea of Azov during the late Holocene on the base of stable isotopes of mollusks shells	263
<i>Razzhigaeva N.G., Ganzei L.A., Il'ev A.Ya., Kaistrenko V.M., Grebennikova T.A., Ivanova E.D., Harlamov A.A.</i> Paleotsunami on Minor Kurile arc at Middle-Late Holocene	266
<i>Yu.V. Rostovtseva</i> The role of benthic microbial mats during the formation of carbonate deposits (middle sarmat, Kerch-Taman region)	269
<i>O.V. Rudenko</i> Palynozonal correlation of the marine shelf and terrigenous Holocene deposits of the Western Arctic Region	272
<i>E.S. Sarantsev, V.N. Sval'nov</i> Textures and Microstructures of Quarternary Sediments of the Brazil Basin	275
<i>V.N. Sval'nov, E.S. Sarantsev</i> Quarternary Sedimentation Under Anticyclone Circulations of the Atlantic Ocean	277
<i>V.M. Sobolev</i> Quaternary sediments and paleogeography of the Gorlo-Strait (White Sea)	279
<i>D.A. Subetto, V.F. Stolba, D.D. Kuznetsov, I.Yu. Neustrueva, T.V. Sapelko, A.V. Ludikova</i> Stratigraphy and Chronology of the Lake Sediments from Crimea as a Basis for Reconstructing the Black Sea Level Fluctuations	282
<i>T.Y. Ulanovskaya, V.V. Kalinin, G.V. Zelenshsikov</i> Paleogene of Russian sector of the Caspian Sea	285
<i>T.A. Khusid, M.P. Chekhovskaya, A.G. Matul</i> Foraminifers in the Upper Pleistocene to Holocene sediments of the Bering Sea and paleohydrological changes	288
<i>I.B. Tsoy, M.S. Obrezkova, A.V. Artemova</i> Diatoms in surface sediments of the Okhotsk Sea and the North West Pacific	291
<i>M.N. Shcherbakova</i> The reconstruction of the storms – the principal method of the paleogeography	294
<i>E.A. Yamskova</i> The response of benthic foraminiferal assemblages to paleoenvironmental changes in Eastern Equatorial Pacific during the last 50 kyr	296
<i>E.A. Yanchenko, S.A. Gorbarenko, A.G. Matul</i> Radiolarian distribution in the surface sediment layer in the Sea of Okhotsk	298
<i>K.R. Björklund, S.B. Kruglikova, K. Hatakeda</i> <i>Amphimelissa setosa</i> (Polycystina, Nassellaria), its first occurrence, its stratigraphy and importance as a paleoecological signal in the north Atlantic	301
<i>D.P. Dimitrov, P.S. Dimitrov</i> About Geocatastrophic Events in the Black Sea and Pleistocene – Holocene Geological Boundary	304

<i>J. Harff, E. Emelyanov, R. Endler, S. Kotov, A. Grigoriev</i> Climatic variations between Northern Atlantic and Eurasia during the Late Quaternary – mirrored in Baltic Sea sediments	307
<i>E.S. Kandiano, A. Gorodinsky, J. Helmke, H.A. Bauch</i> Duration and temperature extent of climate optima during MIS 9 in the North Atlantic	308
<i>K.R. Slavova, P.S. Dimitrov</i> Relationship Between the Cycles of Solar Luminosity and Palaeoclimate and Palaeoenvironment after the Last Glacial Maximum in the Black Sea Region	310



Издательство ГЕОС

издание и распространение
научной литературы

**Издательство ГЕОС сотрудничает
с Российским фондом фундаментальных исследований и другими
фондами, издает книги, брошюры любых обрезных форматов
в твердой и мягкой обложке с черно-белыми и цветными
иллюстрациями, полноцветные журналы и буклеты**

Издательство ГЕОС:

- составляет сметы издательских проектов;
- готовит рукописи к изданию (набор, литературное, техническое и художественное редактирование, верстку, изготовление оригинал-макетов и получение цветоделенных пленок) (за 1–4 месяца);
- гарантирует высококачественную печать (за 2–4 недели) на лучших сортах отечественной и импортной бумаги;
- осуществляет распространение книг в России и за рубежом, рассылает их рекламу по ведущим научным учреждениям, университетам, библиотекам, книготорговым организациям!

Цены минимальные. Звоните, приходите и убедитесь!

Тел.: (095) 230-80-92, E-mail: geos@ginras.ru

Научное издание

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XVII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 12–16 ноября 2007 г.

Том I

Подписано к печати 18.10.2007.
Формат 62х94 1/16. Бумага офсет № 1, 80 г/м².
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Уч.-изд. 21,0 п.л.
Тираж 400 экз.
Тип. ВТИИ. Москва, зак. № .

Издательство ГЕОС
125315, Москва, 1-й Амбулаторный пр., 7/3-114.
Тел./факс: (095) 152-19-14, тел. 230-80-92.
E-mail: geos@ginras.ru



Фото из www.ocean.ru



Фото В.П. Шевченко