

НОВООБРАЗОВАНИЕ ОСТРОВОВ НА МЕЛКОВОДЬЯХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКИХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Гаврилов А. В., Пижанкова Е. И.

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Возвышенности, будь то, наземные или подводные, обычно являются областью сноса. Именно такой режим существовал на мелководьях и банках морей Лаптевых и Восточно-Сибирского на протяжении веков. Достаточно упомянуть сведения в книге голландца Н. Витзена «Noord en Oost Tattarye», изданной в 1692 и 1705 гг. В ней говорится об обилии мелей на пути от м. Буорхая на север к острову, располагавшемуся в то время «напротив устья р. Лена» [1]. Это предположительно был один из островов-реликтов ледового комплекса (ЛК) позднего плейстоцена, объемная льдистость которого составляла 70-95% [2]. Осадка кочей – судов русских мореплавателей XV-XVIII вв. – составляла 2 м. Наименьшие глубины сейчас там составляют 10-15 м. Средняя скорость углубления дна, определенная по этим данным, составляет 3,3 см/год. Многократно подтвержденная глубина банки на месте о. Диомида в проливе Дм. Лаптева, также слагавшегося ЛК и существовавшего еще в 1761 г., составляет 7.4 м, а средняя скорость углубления – 4,3 см/год [2]. Таким образом, в течение многих веков банки на месте исчезнувших островов-реликтов ЛК на мелководьях размывались и средние скорости увеличения глубин моря в их пределах, составляли 3-4 см/год.

Однако с начала 2000-х гг. по результатам мониторинга [3] выявляется стабилизация глубин моря на Семеновской и Васильевской банках. Более того, в 2013-2014 гг. на месте вершины Васильевской банки неоднократно фиксируется осушенная песчаная поверхность. Летом 2014 г. гидрографической экспедицией на этом месте был осмотрен островок размерами около 500 м² и высотой над уровнем моря 1 м [4]. Остров был назван Яя [5].



Рисунок 1 - Остров Яя, появившийся на месте Васильевской банки и обнаруженный в 2013 г. Фото П. Саяпина [6]

Недавно стали обозначаться на топографических картах о. Затопляемый в 60 км к востоку от дельты р. Лены, острова Неизвестные у юго-восточного ограничения Земли Бунге. Таким образом, в настоящее время наблюдается современная активизация осадконакопления

на мелководьях. Механизм формирования островов дискутируется. Наиболее вероятным и согласующимся с имеющимися данными, по нашему мнению, является участие в их образовании торосистых льдов - стамух и промерзание донных пород в зоне морского припая. За три десятка лет визуальной ледовой авиационной разведки в море Лаптевых обнаружено по неполным данным 2086, а в Восточно-Сибирском - 7962 стамухи [7 и 8 соответственно].

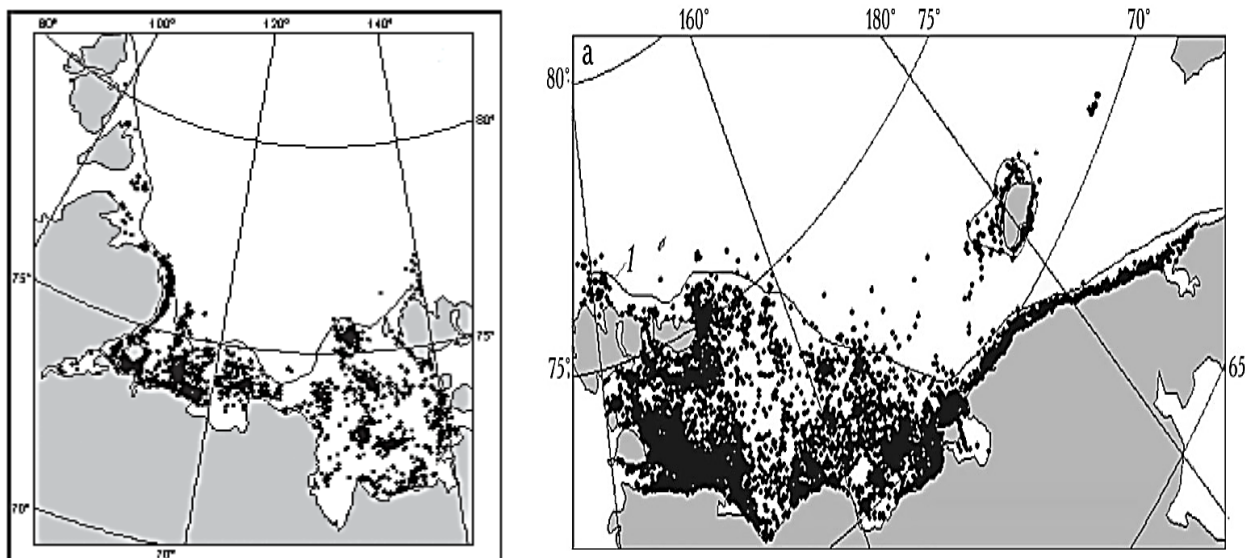


Рисунок 2 - Среднегодовое положение стамух (черные точки) и граница припая (черная линия) в морях Лаптевых (а) [7] и Восточно-Сибирском (б) [8].

Моря Восточно-Сибирского сектора являются мелководными. Придонная вода в пределах их акватории хорошо прогревается летом (рис. 3). Его содержание показывает, насколько обширны прогреваемые мелководья указанных морей, особенно между Новосибирскими островами и континентом.

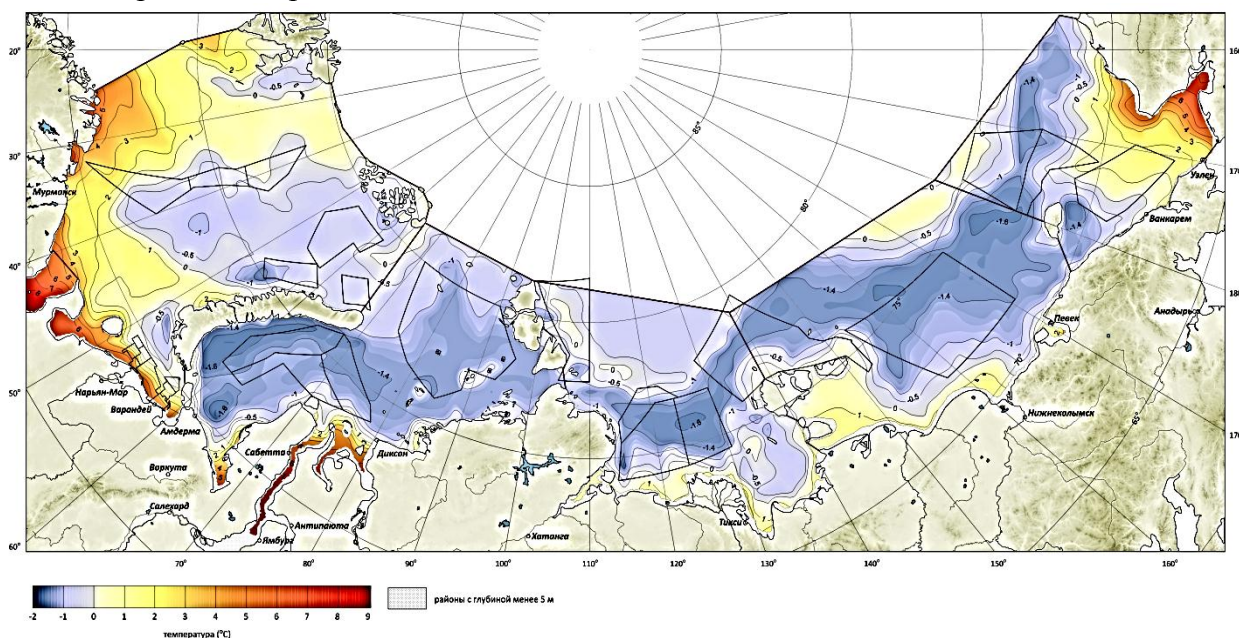


Рисунок 3 - Средняя летняя температура в арктических морях по данным мониторинга ААНИИ [9]

На мелководьях в летний период по мере очищения ото льда прогреваемая до 10-15°C придонная вода приводит к глубокому протаиванию донных осадков. Последние приобретают подвижность. Аккумуляция осуществляется при ветровых нагонах и штормах. Оттаявшие осадки складываются вокруг сгустившихся с дном стамух, как у береговой линии. Стамухи

стаивают в конце лета. А промерзшее в первую же зиму аккумулятивное образование в виде кольца, опоясывающего стамуху, или атолла, остается. Промерзание облегчается тем, что донные осадки на месте залегания стамух после их стаивания могут быть незасоленными.

Промерзание играет ключевую роль в формировании подобных островов в процессе осадконакопления. Л.А. Жигаревым [10] на основании подводной мерзлотной съемки в Ванькиной губе (море Лаптевых) установлена зависимость между глубиной моря, ледовыми явлениями, температурным режимом и физическим состоянием донных пород. Выявлено, что наиболее низкие их среднегодовые температуры устанавливаются на глубинах, близких к урезу, в пределах полосы, где сезонный морской лед смерзается с дном (рис. 4).

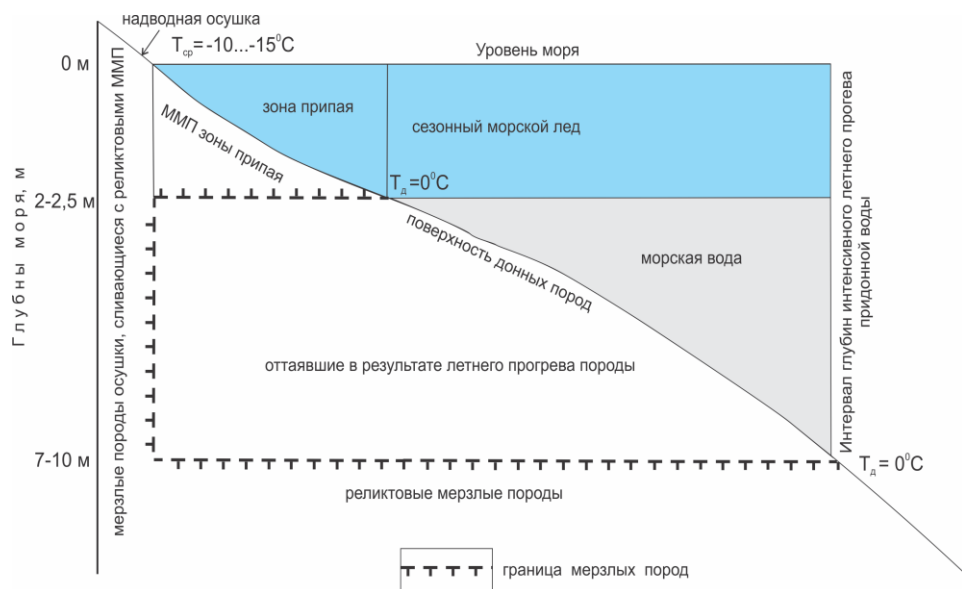


Рисунок 4 - Взаимоотношение между глубинами моря, ледовыми явлениями и мерзлыми породами в береговой зоне [10 с изменениями]

Это зона припая с глубинами моря от 0 до 2-2,5 м. Здесь через лед, смерзающийся с дном, осуществляется глубокое кондуктивное выхолаживание донных пород, и они промерзают. Причем, основательно. Зафиксированная среднегодовая температура донных пород (T_d) близ уреза на 72,5°с.ш. составляет -10,5...-11°C [11]. На 74-76°с.ш., судя по температурам на о. Мал. Ляховский, они могут быть еще ниже (-15°C) [12].

Температура придонной воды очень тесно связана с температурой воздуха. Об этом свидетельствуют данные рис. 5.

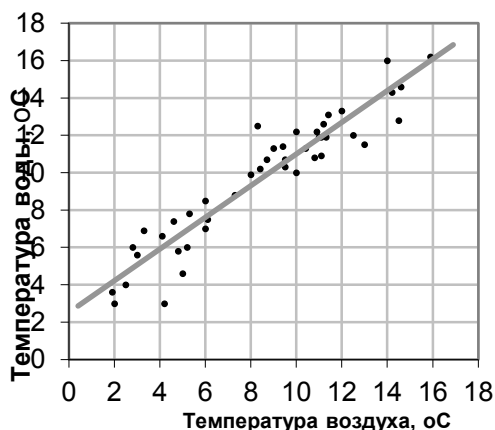


Рисунок 5 - Соотношение между среднегодовыми температурами придонной воды и воздуха на акватории и побережье морей Лаптевых и Восточно-Сибирского [13].

Температура придонной воды существенно повысилась по сравнению с 1970-ми гг., когда были проведены подводные мерзлотные исследования в Ванькиной губе, ставшие классическими. Об этом свидетельствуют последние гидрологические исследования И.А. Дмитренко в море Лаптевых.

Интервал глубин от 2 до 7-10 м также играет важную роль. В условиях современного потепления придонная вода здесь имеет положительные температуры даже в высоких широтах. Они обуславливают существование свободно перемещаемых волнением талых и сезонно оттаивающих осадков. Этот интервал глубин в пределах подводных возвышенностей является основным поставщиком терригенного материала для наращивания высот их вершин и формирования островов. Ниже указанных глубин формируются отрицательные температуры придонной воды и донных пород.

Осадконакопление и формирование островов на мелководьях имело место также в прошлом. На топографических картах 1950-80-х гг. отражено несколько островов в форме атолла. Это о-ва Песчаный и Наносный. Форма атолла является весьма необычной для островов арктических морей. Возможность их формирования по описанному выше сценарию представляется весьма реалистичной. Реалистичность усиливается присутствием на акватории огромного количества стамух в течение всего лета

Смена углубления моря осадконакоплением тесно связана с увеличением масштаба современного потепления. В 1970-80 гг. придонные температуры воды и донных пород на 74-75°с.ш. на изобатах 2-3 м были отрицательные, а в 1990-2000 гг. они переходят в положительный диапазон. Возникает сезонное оттаивание донных отложений. Более того, удлинение безлédного сезона увеличивает вклад высоких летних температур придонной воды в формирование температуры придонной воды и донных пород. Потепление обуславливает увеличение объема взвеси и крупного осадочного материала в результате увеличения скорости отступления берегов, нарастания глубин сезонного оттаивания пород и усиления абразии дна. Увеличиваются продолжительность безлédного времени, длина разгона волн, повторяемость и сила штормов и нагонов. Масштабное увеличение объема терригенного материала, волновой энергии и присутствие стамух вплоть до ледостава приводят к аккумуляции осадков по их периметру. Промерзание накопленных осадков в первую же зиму консервирует образовавшиеся острова.

Выводы.

1. Формирование положительных летних температур придонной воды и донных отложений в сочетании с увеличением безлédного периода в высоких широтах (74-75 с.ш.) приводят к возникновению сезонного оттаивания донных отложений. Последующее увеличением безлédного периода увеличивает вклад высоких летних температур в формирование среднегодовых температур придонной воды, донных пород и глубину сезонного оттаивания. Всё это обуславливает беспрецедентно большое количество талых отложений на мелководьях высоких широт, обладающих не только способностью к перемещению, но и активно перемещающихся волнением.

2. Перечисленное обуславливает отчетливо выраженную активизацию осадконакопления. Оно реализуется на банках и мелководьях 74-75°с.ш., где начиная с глубин 1,5-1 м есть возможность фиксации его результатов промерзанием.

3. Активизация осадконакопления на мелководьях и многочисленность в зоне припайного льда стамух показывают реальность сценария образования островов по их периметру. Стамухи стаивают незадолго до ледостава, а аккумулятивные образования в виде атолла фиксируются промерзанием. Один из таких островов - о. Яя - образовался в 2013 г. на

Васильевской банке. Подобные острова формировались также в прошлом и обозначены на изданных топографических картах.

4. Эффект от потепления в высоких широтах особенно значителен, поскольку в качестве положительной обратной связи выступает изменение альбедо. Потепление многократно усиливается поглощением солнечной радиации морской водой в связи с сокращением ледовитости.

Библиографические ссылки:

1. История открытия и освоения северного морского пути, т.1. М., Морской транспорт, 1954, 592 с.

2. Гаврилов А.В., Романовский Н.Н., Хуббертен Х.-В., Романовский В.Е. Распространение островов – реликтов ледового комплекса – на Восточно-Сибирском арктическом шельфе // Криосфера Земли, 2003, т. VII, №1, с. 18-32.

3. Дударев О.В. Современный литоморфогенез на Восточно-Арктическом шельфе. Автореф....д.г.-м.н., Владивосток, 2016, 49 с.

4. http://ruposters.ru/news/08_10_2014

5. Гуков А.Ю. Возрождение острова Васильевского. Природа. 2014, № 5. С.70-73.

6. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30168239>

7. Горбунов Ю.А., Лосев С.М., Дымент Л.Н. Стамухи моря Лаптевых // Пробл. Арктики и Антарктики, 2008, № 2 (79), с. 111-116.

8. Горбунов Ю.А., Лосев С.М., Дымент Л.Н. Стамухи Восточно-Сибирского и Чукотского морей // Материалы гляциологических исследований, вып. 102, 2007, с. 41 - 47

9. http://wdc.aari.ru/datasets/atlas/ews/ocean_summer/Welcome.htm

10. Жигарев Л.А., Плахт И.Р. Особенности строения, распространения и формирования субаквальной криогенной толщи // Проблемы криолитологии, вып. IV, М., Изд-во МГУ, 1974, с. 115-124.

11. Катасонов Е.М., Пудов Г.Г. Криолитологические исследования в районе Ванькиной губы моря Лаптевых // Мерзлотные исследования, вып XII, М., Изд-во МГУ, 1972, с. 130-136.

12. Неизвестнов Я.В. Инженерная геология зоны арктических шельфов СССР, Автореф. докт. дис., Л., 1980, 31 с.

13. Григорьев М.Н., Разумов С.О. Распространение и эволюция субаквальной мерзлоты в прибрежно-шельфовой зоне морей Лаптевых и Восточно-Сибирского как следствие многолетней трансформации береговой зоны // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Иркутск, Изд-во Института земной коры СО РАН, 2005, вып. 2, с. 136-155.