

## **РОЛЬ ДРЕЙФУЮЩИХ ЛЬДОВ В ФОРМИРОВАНИИ РЕЛЬЕФА ДНА И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

Бухарицин П.И.

Институт водных проблем РАН, г. Москва  
Астраханский государственный технический университет,  
г. Астрахань,  
astrgo@mail.ru

Подвижки и дрейф морских льдов в мелководной северной части Каспия способны оказывать существенное влияние на рельеф дна и формирование состава современных донных отложений, а также на водохозяйственную деятельность человека. Активизация работ нефтяных компаний по разведке углеводородного сырья на мелководьях Северного Каспия требует серьезного и всестороннего изучения этих процессов. Преобладающим типом современных донных отложений северной части Каспийского моря является алеврит (песчаный ил, ил). Мощные отложения мягкого ила находятся в предустьевых районах, которые формируются наносами рек. Во всех грунтах имеется примесь битой и целой ракуши, а на некоторых участках она является основной составной частью донных осадков (рис. 1, 2). Принято считать, что основной причиной разрушения раковин погибших моллюсков является морское волнение.

По условиям развития и характеру волнения Северный Каспий можно разделить на две части: восточную, представляющую собой мелководный водоем с наибольшими глубинами в ее центральной части (Гурьевская бороздина), и западную, напоминающую широкий залив, который на севере переходит в мелководное предустьевое взморье р. Волги.

Появление на Северном Каспии ледяного покрова ограничивает площадь открытой водной поверхности и, тем самым, сужает районы распространения ветровых волн. Уменьшается и длина разгона волн, что ведет к уменьшению их высоты. В соответствии с особенностями ветрового режима зимой на Северном Каспии преобладает волнение восточных направлений, при этом в северо-восточной части моря (при наличии открытой воды) высота волн не превышает 1 метра.

Несколько иные условия формирования ветровых волн в юго-западном районе Северного Каспия. Разгон ветра восточной четвер-

ти (особенно юго-восточного) здесь может достигать более ста километров, так как акватория Среднего Каспия при любом типе зим остается практически свободной ото льда. В связи с этим у кромки льда, при глубине моря 5 метров, высота волн может достигать 2,5-3,0 метра.

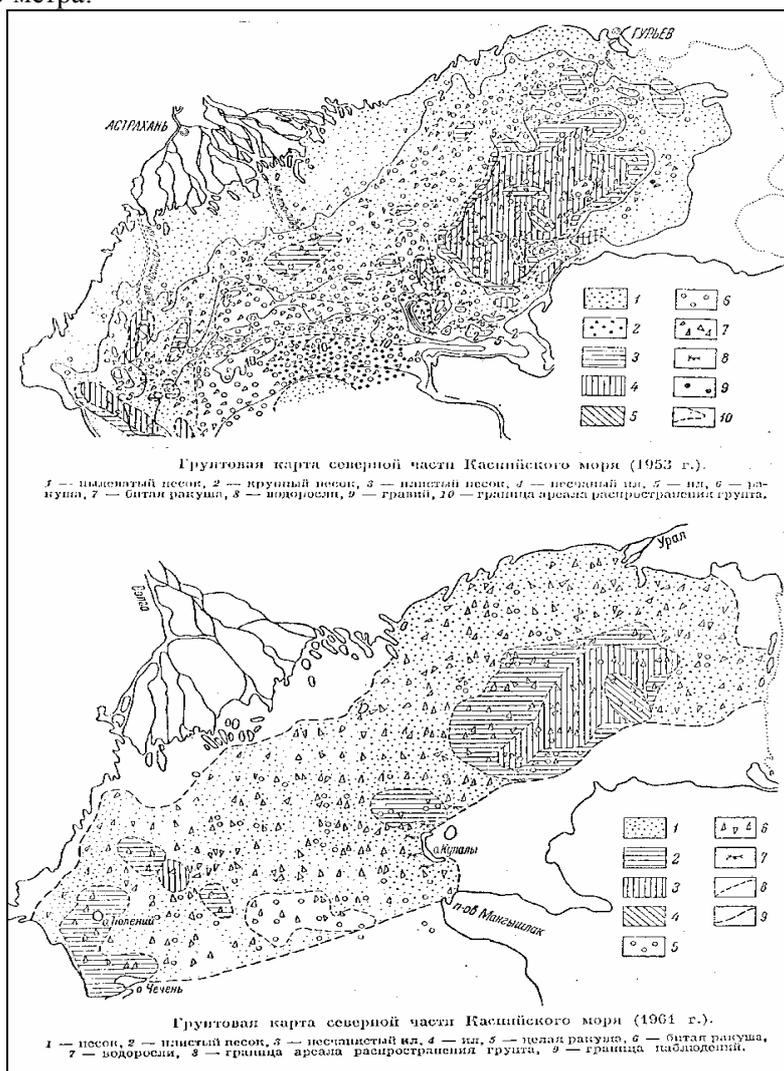


Рис. 1. Изменчивость состава донных отложений Северного Каспия по съемкам 1953 и 1961 гг. [1]

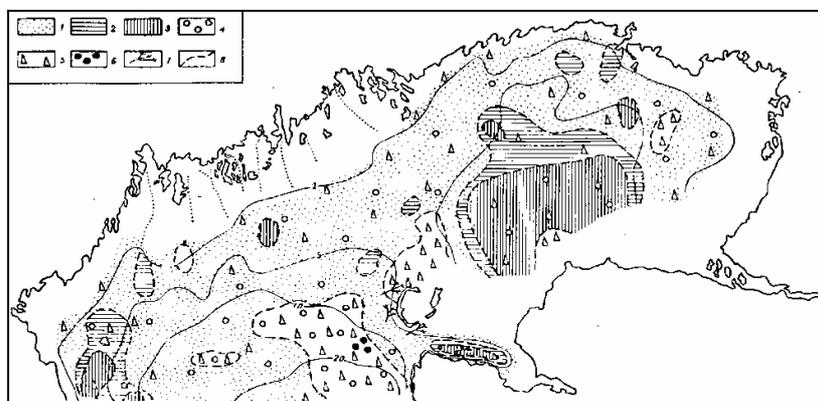


Рис 2 – Донные отложения Северного Каспия в 1973 г. (Хриптунов, 1983):  
 1 – пылеватый песок; 2 – илистый песок; 3 – песчаный ил;  
 4 – целая ракуша; 5 – битая ракуша; 6 – оолитовый песок; 7 – водоросли;  
 8 – границы ареалов распространения донных осадков

При выходе ветровых волн с открытой водной поверхности в область, покрытую льдом, происходит достаточно быстрое их гашение (на расстоянии 1-3 мили) от кромки льда. При этом происходит сплочение кромки дрейфующего льда, сортировка льдин по размерам (тертый лед и мелкие обломки льдин концентрируются у самой кромки, чем крупнее льдины, тем дальше они от кромки). При ветрах северной четверти высота волн у кромки льда не превышает 1 метра, причем происходит разрежение кромки и вынос льда в районы Среднего Каспия.

Таким образом, режим волнения в ледовый период зависит от ветровых условий конкретной зимы, морфологических особенностей района, распространения и состояния ледяного покрова. Последний, в свою очередь, зависит от ряда термических и динамических факторов, в том числе и от волнения, то есть имеется взаимосвязь волновых и ледовых процессов, а также происходящих при этом изменений [2].

Результаты многочисленных наблюдений в прибойной береговой зоне и на островах, расположенных в мелководной северной части Каспийского моря, говорят о том, что при воздействии волн на раковины моллюсков происходит их постоянное возвратно-поступательное перемещение и трение относительно друг друга, что приводит к постепенному перетиранию, сглаживанию острых углов, истончению и разрушению. В обнаруженных авторами об-

разцах осколки раковин имеют признаки раздробления в результате быстрого механического воздействия, имеют острые углы, что совершенно не характерно при волновом воздействии. На наш взгляд главной причиной механического разрушения раковин являются дрейфующие льды. При исключительной мелководности Северного Каспия – преобладающие глубины здесь не превышают 10 м (рис. 3), ледовому выпаживанию (взаимодействию дрейфующих льдов с морским дном) подвержено более 50% его акватории. На эти процессы дополнительное влияние оказывают объемные и сгонно-нагонные колебания уровня, амплитуда которых достигает 5 метров.

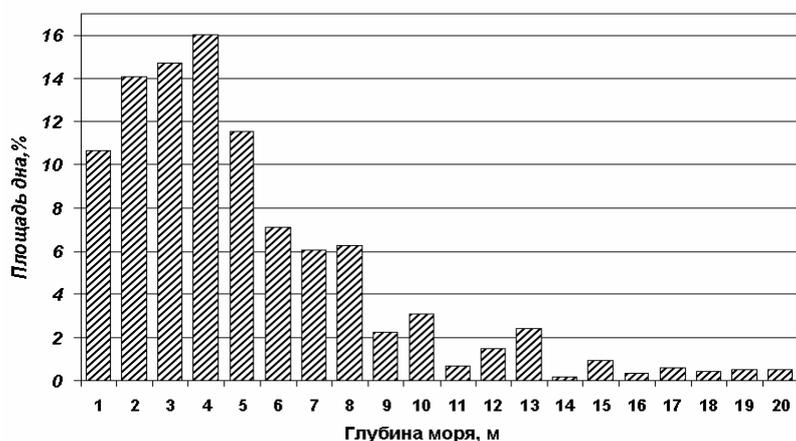


Рис. 3 – Распределение глубин в Северном Каспии

Для прибрежных мелководий Северного Каспия с ровным и пологим дном характерна такая форма донного рельефа, как следы выпаживания, или борозды, впервые описанные Б.И. Кошечкиным [3]. Они имеют вид длинных, часто прямолинейных борозд протяженностью от нескольких десятков метров до нескольких километров, образуются при воздействии на дно торосистых дрейфующих льдов (рис.4), ориентированы в направлении преобладающих в эти периоды восточных, юго-восточных и северо-западных ветров и представляют собой как бы проведенные по дну векторы дрейфа льда. Ширина борозд колеблется от нескольких метров до 50-100 м (и более), встречаются борозды, постепенно расширяющиеся в направлении движения льда. Некоторые из них представляют собой кривые или ломаные линии, что говорит о постепенном или резком

изменении направления дрейфа льда. Все борозды оканчиваются валами, образованными выпаханным грунтом, их высота нередко превышает глубину моря, иногда валы могут выходить на дневную поверхность в виде островков (рис. 5).

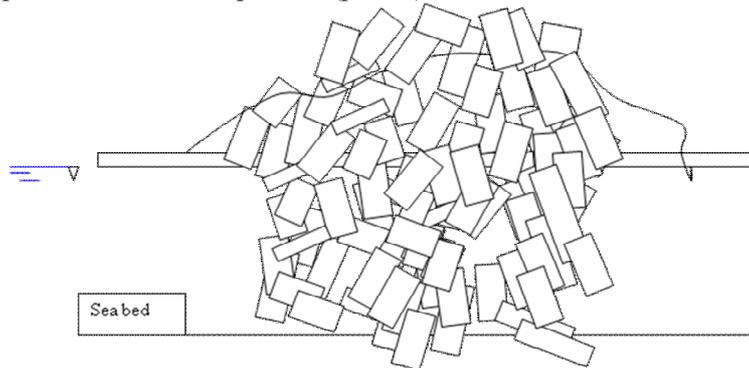


Рис. 4 – Схема взаимодействия торосистых льдов с морским дном [4]



Рис. 5 – Эфемерный остров, образовавшийся из донного грунта в результате выпахивающего воздействия льда севернее о. Кулалы, (фото авт).

Выпахивающее действие дрейфующих льдов характерно также для береговой зоны. Во время нагонов дрейфующие с моря льды, попадая на сушу, выпахивают верхний слой почвы, оставляя следы выпахивания глубиной до 20 см и длиной до нескольких километров. На островах Северного Каспия во время интенсивного дрейфа

льда вдоль берега образуются мощные навалы льда. Обломки льдин, проникающие при этом в грунт на глубину до полуметра, сохраняются до конца мая. Эти процессы носят массовый (хотя и сезонный) характер, и потому играют важную роль в экологии Каспийского моря (рис.6).



Рис. 6 – Шрамы выпаживания на морском дне к востоку от о. Кулалы [3]: аэрофотоснимок, масштаб - 1: 10 000

Более чем 30-ти летние исследования, выполненные автором на Северном Каспии в ледовые периоды, подтвердили предположения об угнетающем влиянии ледовых процессов на условия формирования и развития биоценозов. Установлено, что возникновение мелкомасштабных зон гипоксии на мелководье в зимний период, в местах интенсивного торосообразования и скопления стамух, явление весьма распространенное. Оно приводит к резкому сокращению видового состава и общей биомассы фитопланктона в заморных зонах, а в некоторых случаях и к полному его исчезновению. Поскольку ледовому выпаживанию (взаимодействию дрейфующих льдов с морским дном) подвержено практически вся акватория Северного Каспия, можно утверждать, что эти процессы имеют массовый характер и поэтому играют важную роль в экологии водоема.

**Заключение.** Наряду с чисто механическим перемещением огромных масс донного грунта и дроблением раковин моллюсков, под воздействием дрейфующих торосистых льдов происходит угнетение донной, островной и прибрежной растительности и организмов. Например, подводные исследования показали, что каспийские раки не строят своих нор на участках морского дна, эпизодически под-

вергающихся выплывающему воздействию льдов. В период весеннего разрушения ледяной покров может играть и положительную роль, очищая устьевое взморье Волги, Урала и прибрежные мелководья от отмершей прошлогодней растительности, снижая тем самым вероятность возникновения здесь заморных явлений в теплый период года.

В связи с вышеизложенным, представляется целесообразным в ходе дальнейших зимних исследований, а также гидрологических работ в весенне-летние периоды проводить подводные обследования морского дна для выявления его нарушений дрейфующими льдами, особенно в местах крупных стамух, обнаруженных в зимний период.

### Литература

1. Катунин Д.Н., Хрипунов И.А. Динамика грунтов северной части Каспийского моря // Известия Всесоюзного географического общества. Том 103, вып. 5, 1971. – С.469-473.
2. Бухарицин П.И. Опасные гидрологические явления на Северном Каспии // Водные ресурсы. 1994. Т. 21, № 4. –С. 444-452.
3. Кошечкин Б.И. Следы деятельности подвижных льдов на поверхности дна мелководных участков Северного Каспия // Труды лаборатории аэрометеодов АН СССР. – М.–Л.: 1958. Т. 6. С. 227-234.
4. Buharitsin P., Ayazbayev E. The role of drifting ice in building the bottom landscape and sediment composition in the shallow waters of north Caspian sea // Material of the 22nd International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (June 9-13, 2013, Espoo, Finland). Finland, Helsinki 2013. (электронный вариант, на флэш-карте) – 4с.

## ОЦЕНКА ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Гельфан А.Н.  
Институт водных проблем РАН, г. Москва  
hydrowpi@aqua.laser.ru

**Введение.** Исследование предсказуемости динамики природных систем – традиционная задача для многих геофизических дисциплин. В метеорологии, например, такие исследования опираются на развитые в классических работах Э. Лоренца [1, 2] фундамен-