

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина \*

Н.К. Султанов \*

**ОСОБЕННОСТИ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ****КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, ЛЕДООБРАЗОВАНИЕ, ПЛОЩАДЬ И ТОЛЩИНА ЛЬДА, ЛЕДОВЫЙ ПОКРОВ, ПРИПАЙ, ТОРОШЕНИЕ, НАСЛОЕННЫЙ ЛЕД, СТАМУХА, ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

*В статье рассмотрены особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря. Приведены характерные даты начала ледообразования и замерзания моря в прибрежной зоне. Описана временная изменчивость общей площади и толщины льда в прибрежной зоне в течение ледового сезона.*

Как известно Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северо-восточной части, как и на всем Северном Каспии ежегодно устанавливается мощный, устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например смещение сроков ледовых явлений оказывает влияние на биологические циклы в экосистемах, что отражается в свою очередь на рыбопродуктивности. Кроме того, лед накапливает загрязняющие вещества, способствует их миграции и перераспределению. Помимо этого ледовые условия могут быть опасными. На Северном Каспии к опасным ледовым условиям, прежде всего, относятся такие явления как:

- раннее появление льда в море, вследствие чего повреждается мелкий рыболовный флот и орудия лова, срываются с якорей и уносятся в море навигационные буи;
- интенсивный дрейф, подвижки, заторы и торошение льда, представляющие опасность для промысловых судов, береговых гидро-

---

\* Казгидромет, Алматы

- технических сооружений. Они снижают скорость движения судов и создают угрозу их посадки на мель в период зимних плаваний;
- быстрое обледенение судов, гидротехнических сооружений и навигационных буйев в море и на берегу;
  - суровые зимы, когда вся акватория Северного Каспия покрывается толстым неподвижным льдом – припаем. Большой ущерб наносят суровые зимы водоплавающим птицам, остающимся на зимовку на Северном Каспии. На мелководьях происходят заморы рыбы;
  - очень мягкие зимы, когда устойчивый ледостав наблюдался очень непродолжительное время. В течение всей зимы на льду фиксируются трещины, разводья, полыньи. Отсутствие сплоченных льдов, может нарушить экологические условия существования каспийского тюленя и привести к массовой гибели (например: зимы 1997...1998 и 2006...2007 гг.).

В северо-восточной части формируется своеобразная для каждого года ледовая обстановка, которая зависит от особенностей атмосферных процессов, развивающихся над морем, степени аномалий термических условий в предзимье и зимой. Поскольку этот район расположен в зоне наибольшей континентальности климата, то холодный период здесь бывает более длительным и большая его часть в это время покрыта неподвижным льдом.

Начало ледообразования также зависит от атмосферных процессов в предзимье, обусловленных сезонной перестройкой барических полей на высотах и у поверхности земли, и в некоторой степени, от притока тепла из средней части моря. Морская станция Пешной в первой декаде ноября начинает фиксировать появление первого льда. Через 1...2 дня образуется первый припай. Самой ранней датой появления льда за последние 30 лет было 6...7 ноября (1988, 1997 и 2011 гг.). Раннее ледообразование происходит в такие годы, когда над Западной Сибирью находится глубокий высотный циклон. Необходимо отметить, что лед раннего ледообразования в виде сала и заберегов неустойчив и с наступлением потепления, подвергаясь тепловым и динамическим воздействиям (ветер, волнение), быстро разрушается. Средняя дата появления первого льда в этом районе моря – 25 ноября, а поздняя – 14 декабря, которая была зафиксирована в 1989 г. Ледообразование начинается с мелководных прибрежных районов, а затем

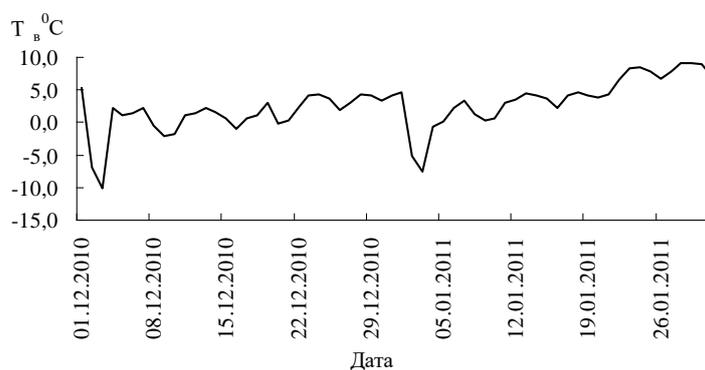
распространяется на мористые районы Каспия. Здесь этот процесс развивается менее интенсивно. В теплые зимы первый лед в этом районе моря может образоваться лишь в конце февраля, а устойчивое ледообразование может не наблюдаться. Средняя дата появления первого льда по данным станции Кулалы, остров – 27 ноября.

Устойчивый ледяной покров, сохраняющийся больше месяца, образуется в среднем через одну-две недели после начала ледообразования. Средняя дата устойчивого ледообразования по данным станции Пешной – 30 ноября, по данным Кулалы, остров – 18 января. В теплые предзимья при чередовании волн холода и тепла охлаждение водных масс протекает менее активно. Сроки устойчивого ледообразования даже у мелководного северного побережья сдвигаются на конец декабря. На остальной акватории Северного Каспия первый в сезоне лед образуется лишь в декабре. Смена периодов с чистой водой и льдом происходит до даты полного замерзания от 5 до 10 раз и только при последующих похолоданиях может наступить полное замерзание. В экстремально теплые предзимья начало ледообразования в Северном Каспии может задерживаться до первой половины января. В такие годы в открытых районах моря с глубинами более 3...5 м наблюдается лишь неустойчивый лед, вынесенный с мелководья. В качестве примера можно привести зиму 2010...2011 гг. В начале первой декады декабря 2010 г. в районе северного побережья Каспийского моря казахстанскими морскими станциями и постами, расположенными в Северном Каспии, были отмечены первые ледовые явления (рис. 1).

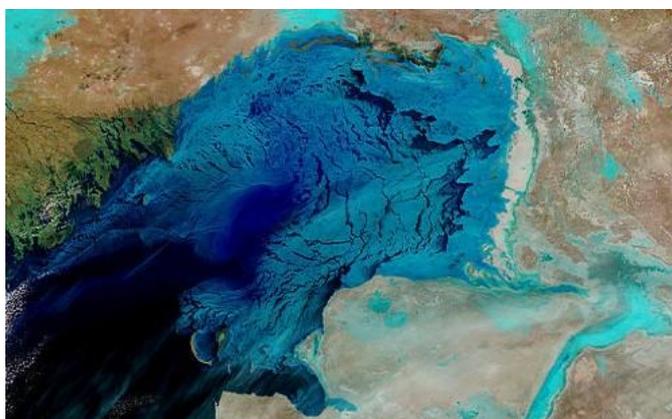
Формирование ледового покрова имело затяжной характер из-за повышенного фона температуры воздуха в данном районе, что отчетливо видно на рис. 2. В декабре над Каспием отмечалась ясная погода, сопровождаемая ночным радиационным выхолаживанием. Охлаждение водных масс протекало медленно, устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился только с конца первой декады января 2011 г. (рис. 3).



*Рис. 1. Первые ледовые явления у северо-восточного и восточного побережья Северного Каспия. Снимок спутника TERRA MODIS за 5 декабря 2010 г.*



*Рис. 2. Ход среднесуточной температуры воздуха по данным М Пешиной за период декабрь 2010 г. – январь 2011 г.*



*Рис. 3. Установление устойчивого припая у северо-восточного и восточного побережья Северного Каспия. Снимок спутника TERRA MODIS за 11 января 2011 г.*

В начале третьей декады января процесс ледообразования достигает центральной глубоководной части Северного Каспия, при этом, по данным МГ Кулалы, остров, в районе станции наблюдалось неоднократное установление припая, шириной более 15 км с последующим полным очищением моря ото льда.

В холодные предзимья с сильными и продолжительными морозами вдоль северо-восточного побережья сразу устанавливается устойчивый ледяной покров. Последующие похолодания приводят к укреплению ледяного покрова, формированию у побережья устойчивого припая и полному замерзанию в аномально ранние сроки. Интенсивное развитие ледовых процессов на мелководье Северного Каспия протекало в экстремально холодное предзимье 1993 г. В первой половине ноября неподвижным льдом было покрыто все мелководное побережье этого района.

Таким образом, ранние и поздние сроки полного и окончательного замерзания северо-восточной части в различные по термическим условиям предзимья отмечаются в широком диапазоне. Первое полное замерзание в мелководном северо-восточном районе в умеренные зимы наступает до начала декабря. Устойчивое замерзание наступает на 10 дней позже. В экстремально холодные зимы (1993...1994, 1997...1998, 2002...2003, 2007...2008, 2011...2012 гг.) припай (полное замерзание) в Северном Каспии устанавливается вслед за началом ледообразования. В такие годы период становления льда не превышает 5...10 дней.

Особое место в формировании ледовых условий принадлежит ветровым воздействиям. Максимальные скорости на Северном Каспии чаще наблюдаются в холодный период года. Их величина колеблется от 22 до 30 м/с. Сильные ветры способствуют взлому припая, преобразовывая его в плавучий лед. При сгонном взломе припая вдоль изобат образуются трещины и разводья, иногда длиною в десятки километров. На краях трещин создаются гряды торосов. В отмелой прибрежной зоне дрейф льда в обычных условиях не происходит. По кромке разводий при подвижках льда отмечается наслоение льда. В результате воздействия льда происходит сдвиг грунтов на этой территории и образование шалыг, отмелей, банок. Кроме того, в районах малых глубин при торосообразовании могут формироваться мощные стамухи, сидящие на грунте. Как показывают исследования П.И. Бухарицина [2-3], район интенсивной торосистости – северные и западные окраины Уральской бороздины и Кулалинский порог. При крупных

нагонах в начале зимы дрейф и торошение льда возможны на прибрежной затопляемой территории восточного побережья.

В зависимости от типа зимы и синоптических процессов, происходящих в течение каждого зимнего сезона, изменяется и размер площади льда. Это отчетливо видно на рис. 4, где представлена временная изменчивость общей площади в течение ледового сезона (от начала ледообразования до максимального развития льда и периода разрушения) для различных в ледовом отношении зим.

Площадь припая, как и общая площадь льда, характеризуется выраженной сезонной изменчивостью с максимумом в середине зимы. Закономерного распределения площади плавучего льда в течение ледового сезона не наблюдается.

В годы с кратковременными затоками холодного воздуха на акваторию моря и чередованием в течение предзимья и зимы волн холода и потеплений наблюдаются неоднократные появления и исчезновение льда, а, следовательно, и резкие колебания его площади. Примером ледовых сезонов с неустойчивым состоянием ледового покрова служат аномально теплые полугодия 1980...1981, 1988...1989, 1999...2000, 2003...2004, 2006...2007, 2010...2011 гг. Как правило, в такие годы площадь плавучего льда оказывается больше площади припая на протяжении всего ледового сезона. Неустойчивое состояние ледового покрова может пагубно влиять на популяцию каспийского тюленя. Такая ситуация сложилась зимой 2006...2007 гг. Характерной особенностью данной зимы являлось то, что в течение всего сезона происходили затоки тепла, что приводило к периодическому разрушению ледового покрова и уменьшению толщины льда. Устойчивый ледостав наблюдался очень непродолжительное время. В течение всей зимы на льду фиксировались трещины, разводья, полыньи. Более или менее устойчивый ледовый покров сформировался только к концу февраля и просуществовал до середины марта, а затем началось весеннее разрушение (см. рис. 4, зима 2006...2007 гг.). По мнению ученых, неблагоприятные ледовые условия послужили своеобразным толчком к развитию инфекции. Поскольку ежегодная смена волосяного покрова, линька и рождение детенышей протекали в аномальном для этого вида животных режиме – не на отдельных льдинах, а в условиях большой скученности на островах и шалыгах восточного мелководья. Слабый лед и сокращенный ледовый период нарушили экологические условия существования вида [4-5].

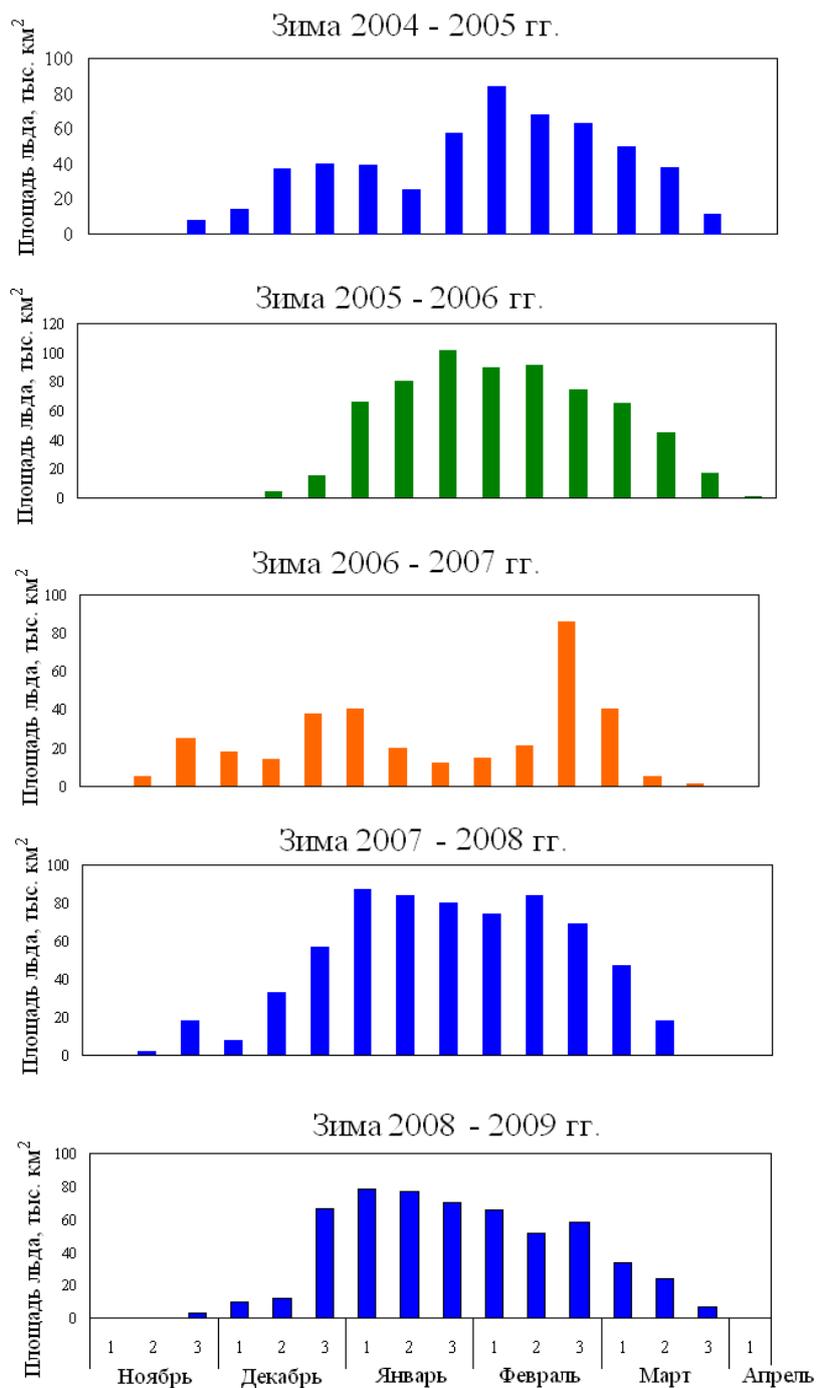
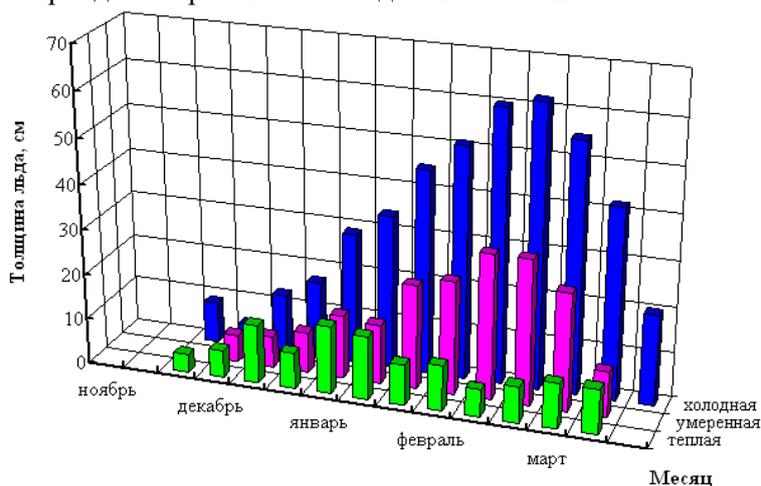


Рис. 4. Площадь льда на Каспийском море в различные зимы (диаграммы построены по данным Российского Государственного учреждения «Планета» (<http://www.planet.ru>)).

Толщина, как и площадь льда Каспийского моря характеризуется значительной изменчивостью в течение зимы и от года к году, а также своей большой неоднородностью по акватории, покрытой льдом. Наибольшей толщины ровный припай формируется в северо-восточном районе моря, где толщина льда в отдельные зимы может составлять 80...100 см и несколько более и по направлению к югу постепенно уменьшается [6]. Определенную роль в неравномерности нарастания и распределения толщины ледового покрова играют атмосферные процессы холодного полугодия, обуславливающие контактный теплообмен на поверхности льда. На рис. 5 показана изменчивость толщины льда в течение зимнего периода конкретных зим по данным М Пешной.



*Рис. 5. Толщина льда за конкретные зимы по данным М Пешной. 2007...2008 гг. – холодная зима; 2004...2005 гг. – умеренная зима; 2006...2007 гг. – теплая зима*

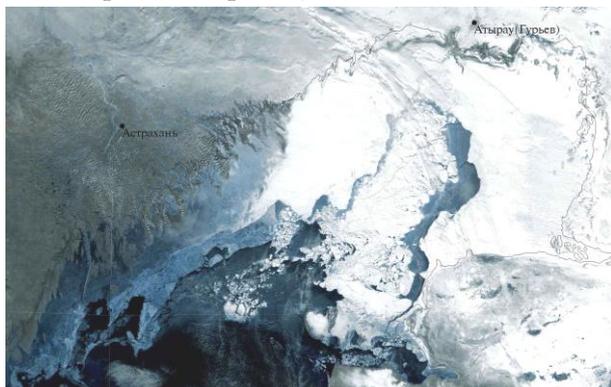
На рис. 5 отчетливо видно, что приращение толщины льда, особенно в теплые зимы, неравномерно. Интенсивность приращения толщины припая в ледовый сезон ослабевает с увеличением его вертикальных размеров и, как следствие, замедление внутриледного теплообмена. Кроме того, на этот процесс влияет степень заснеженности льда. Необходимо отметить, что в среднем за зиму наблюдается от 1 до 3 случаев резкого изменения ледовитости моря.

Максимальная толщина льда обычно наблюдается в феврале. Однако, в зависимости от гидрометеорологических условий зимы, в отдельные годы максимум может смещаться в сторону более ранних или поздних сроков. Так, в аномально теплые зимы, при чередовании волн холода с

продолжительными оттепелями, припай не получает за ледовый сезон достаточного вертикального развития и максимум отмечается в декабре. Например, зимой 2000...2001 гг. максимальная толщина льда в 23 см у о. Пешного наблюдалась 10 декабря. Столь же ранние сроки установления максимума в 21 см отмечены у острова Кулалы в декабре 1952 г. [1].

В начальный период развития ледового покрова увеличение площади и толщины припая обуславливаются главным образом термическими факторами. Во второй половине ледового сезона усиливается влияние на ледовый покров динамических факторов, обуславливающих взлом припая, сжатие и разрежение льда, а также процессы наслоения и торшения. Наиболее устойчивым к динамическому воздействию (разрушению) оказывается припай, образующийся на мелководье.

Исследования, проведенные Бухарициным П.И. [1, 3], позволили выделить в Северном Каспии зоны устойчивого припая и показали, что при устойчивом и сильном ветре северо-восточной четверти (более 10 м/с) в данном районе образуется заприпайная полынья. Анализ современных космических снимков также позволяет выделить заприпайную полынью в районе Уральской Бороздины (рис. 6).



*Рис. 6. Заприпайная полынья, зафиксированная на космическом снимке. Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки на Каспийском море, 28 января 2009 г. Снимок MODIS TERRA, RGB (ГУ «Планета»).*

Исследования Бухарицина П.И. и Беззубикова Л.Г. (2008 г.) показывают, что неподвижный лед в шельфовой зоне Каспийского моря не является классическим припаем, представляющим собой сплошной ледяной покров, примерзающий к берегу и сохраняющийся в течение всей зимы. Необходимо отметить, что космические снимки ежегодно фиксируют взлом припая в северо-восточной части, что является причиной образования мощных торосистых образований.

Таким образом, северо-восточная зона Каспийского моря отличается большим разнообразием ледовых процессов и является серьезным естественным препятствием в осуществлении хозяйственной деятельности и создании реальной угрозы безопасности работ на море.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеоздат. – 1992. – 359 с.
2. Бухарицын П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. – №4. – С. 87...93.
3. Бухарицын П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. – № 6. – С. 115...123.
4. Ивкина Н.И., Строева Т.П. Гидрометеорологические условия в районе гибели тюленей на Каспийском море весной 2007 года // Гидрометеорология и экология. – 2007. – N 1. – С. 193...200.
5. Ивкина Н.И., Строева Т.П., Васенина Е.И. Оценка ледовой обстановки в казахстанской части Каспийского моря по данным космических снимков // Материалы Международной научной конференции «Суверенный Казахстан: 15-летний путь развития космической деятельности», Алматы, 4-6 октября 2006 г. – С. 117...119.
6. Шиварева С.П., Соколова Л.М., Васенина Е.И. О ледообразовании в казахстанской части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 2. – С. 62...73.

Поступила 29.12.2012

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Н.К. Султанов

#### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ МҰЗДЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Мақалада Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі мұздың қалыптасу ерекшеліктері қарастырылған. Жағалау аймақтарындағы мұз қалыптасудың және тоңазудың басталу күндері келтірілген. Жағалау аймақтарында мұздау маусымындағы жалпы ауданның уақытша өзгеріштігі және мұздың қалыңдығы суреттелген.*