

УДК 551. 322. 7 "404" : 551. 465. 75 (262.81)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРИВО-
ДЯЩИХ К СИЛЬНЫМ НАГОНАМ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ
ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г.М. Бондарь
Л.А. Воронина

*На основе классификации А.Л.Каца уста-
новлены синоптические процессы, приводящие к
сильным и очень сильным нагонам на северо-
восточном побережье Каспийского моря. Проана-
лизированы механизмы развития атмосферных
процессов, приводящих к продолжительному
сильному ветру над Северным Каспием.*

Интенсивная разработка и эксплуатация нефте-
газопромыслов, расположенных на ранее обсохших
участках дна северо-восточной части Каспийского
моря, значительно затруднена, случающимися силь-
ными нагонами, своевременное предупреждение кото-
рых уменьшили бы затраты на восстановительные ра-
боты. Актуальность исследования и предупреждения
сильных нагонов в северо-восточной части Каспийс-
кого моря очевидна.

К сожалению, наибольшие трудности исследова-
ния циркуляционных условий связаны с тем, что
постоянные наблюдения, в рассматриваемом районе,
ведутся только на морской станции Пешной Атыраус-
кой области, которая расположена в северо-запад-
ной части острова в дельте реки Урал. Информация
о нагонах имеется с 1940 года. За этот период бы-
ло отмечено 353 случая нагона воды. Условно их
можно разделить на пять классов нагонных явлений
в зависимости от их высоты: очень слабые - 109
случаев - 50 и менее см; слабые - 86 случаев -
51-60 см; умеренные - 98 случаев - 61-80 см;
сильные - 45 случаев - 81-100 см; очень сильные -
15 случаев - 100 см и более.

Известно, что нагонное явление осуществляется составляющей скорости ветра, перпендикулярной к береговой линии [6]. Так как восточный берег Каспия вытянут почти в прямую линию вдоль меридиана, то нагонные явления возникают только при ветрах западной половины горизонта. Причем максимума нагон достигает при составляющей скорости ветра с направлением 270° , а минимума - 180° и 360° . Нами рассматриваются только случаи сильных и очень сильных нагонов, распределения которых по месяцам приводится в табл. 1, хотя в дальнейшем сильные и очень сильные нагоны были объединены в один класс, чтобы иметь достаточно большую группу независимых величин, и назовем их сильными. Наиболее частые случаи сильных нагонов отмечаются весной - начале лета и осенью - начале зимы. Летом и зимой нагоны отмечаются редко: летом, из-за непродолжительности сильных ветров, зимой, из-за покрытия льдом мелководной части Северного Каспия.

Таблица 1

Распределение нагонов (число случаев)
по месяцам по данным станции Пешной

Класс нагона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сильный	0	1	4	4	4	4	1	2	5	13	4	2
Очень сильный	0	0	1	2	3	0	1	0	0	5	2	1

Синоптическим условиям нагонов на северо-востоке Каспия посвящено небольшое количество работ, большая часть которых опубликована более четверти века назад. Исследователи рассматривали перемещение и эволюцию циклонов, способствующих развитию нагонов, и их классификацию [1 - 5].

Однако недостаточное количество метеорологической информации в рассматриваемом районе не позволило авторам прийти удовлетворительным выводам.

Нами проведен анализ 60 случаев нагонов за период с 1942 по 1991 год. Наиболее удобной для типизации синоптических ситуаций оказалась классификация атмосферных процессов, предложенная А.Л. Кацем [5]: зональная форма циркуляции (З), и меридиональные формы - западная (З), центральная (Ц), восточная (В) и смешанная (С). В качестве исходного материала для анализа ситуаций использован архив сборно - кинематических карт и средних карт 500 гПа за естественно-синоптический период (е.с.п.) Казахского Гидрометцентра за соответствующий период лет. Когда это было возможно использовалась классификация автора [5]. Анализу подвергались е.с.п. перед нагоном и во время нагона. Если условия нагона были подготовлены в предыдущем периоде, то он может осуществиться и при умеренном ветре даже в начале периода, если же в предыдущем периоде условия для возникновения нагона были неблагоприятными, то нагон происходил при сильном ветре и чаще в конце периода.

В таблице 2 приведено распределение количества случаев различных форм циркуляции по е.с.п., предшествующих дате начала нагона и во время нагона. Из данных табл. 2 видно, что наибольшее число случаев нагонов отмечается при форме циркуляции З, что составляет 76 % от всего числа случаев.

Напомним, что к типу З относится синоптический процесс, при котором высотный гребень или антициклон расположен над Британскими островами или над Западной Европой, а над Восточной Европой высотная ложбина, ось которой направлена с крайнего востока Европейской части России (ЕЧР) или с севера Западной Сибири на южную часть Восточной Европы. Основные черты типа З в теплую и холодную половину года сохраняются, однако в летнее время окаймляющая фронтальная зона имеет меньшую интенсивность, что является одной из причин относительно редких случаев сильных нагонов на северо-восточное побережье Каспия в летние месяцы.

Кроме того в холодный период частота процессов 3 возрастает почти вдвое, а высотный гребень сдвинут несколько западнее. Отметим, что в период нагона отмечается чаще зональное состояние формы 3, нежели меридиональное. Перемещение ложбины с запада на восток и приводит к продолжительным юго-западным или западным ветрам, которые в период завершения процесса меняются на северо-западные.

Таблица 2

Распределение повторяемости числа случаев форм атмосферной циркуляции перед нагоном и во время нагона (1942 - 1991 гг.)

Сроки	Формы атмосферной циркуляции				
	З	С	Ц	В	Зон
Перед нагоном	32	10	7	8	3
Во время нагона	46	7	1	2	4

В механизме атмосферных процессов, приводящих к продолжительному сильному ветру над Северным Каспием важную роль играет западный высотный гребень. Следуя Э.Пальмену и Ч.Ньютону [8] этот процесс можно объяснить следующим образом: "Фактическая амплитуда траекторий холодного воздуха значительно более амплитуды волн абсолютных изогипс". Поэтому на восточной стороне высотного гребня происходит постоянное опускание холодного воздуха и уменьшение его мощности по вертикали, за исключением центральной части приземного циклона, где в связи со смещением высотной ложбины к западу, относительно приземного центра, в холодном воздухе наблюдается высотная дивергенция, а в нижних слоях - конвергенция. Поэтому имеется тенденция к образованию или усилению приземного ан-

тициклона западнее высотной ложбины, чаще всего между широтами 45 и 50 в северном полушарии, который перемещаясь к востоку и выталкивая теплый воздух перед собой приводит к усилению воздушных течений западных четвертей над северной частью Каспийского моря. При этом в зависимости от характеристик высотной ложбины циклоническая деятельность над северной частью Каспия имеет различную реализацию. Наличие очень глубокой ложбины способствует выходу южных циклонов со Средиземного моря через районы Черного, изредка через районы Каспийского моря. В этих случаях усиление ветра достигает максимальной величины и приводит к очень сильным, но непродолжительным нагонам.

Второе место по частоте возникновения нагонов приходится на смешанную форму циркуляции (С), которая повторяет конфигурацию высотного поля формы З, и только в восточной части отмечается более развитый гребень, ось которого проходит примерно по 60 меридиану восточной долготы. Таких случаев, за рассматриваемый период, отмечалось 7, что составляет 12% от всего числа случаев. Таким образом, наиболее частые нагоны - 88 % случаев приходится на те ситуации, когда высотный гребень расположен над Британскими островами или континентом Западной Европы. Наиболее типичный пример западного гребня приводится на рис. 1.

Зональная форма циркуляции (Зон), при которой хорошо развитые гребни отсутствуют, привела к сильным нагонам 4 раза. При зональной циркуляции сибирский и азорский антициклоны, занимая свое нормальное положение, были значительно ослаблены, особенно в своей северной части, а ложбина исландской депрессии распространялась на Европу, поэтому путь циклонов из районов Атлантики проходил через южные районы континента с небольшой северной составляющей над районом Закавказья и северной частью Каспийского моря. Из выше изложенного следует, что механизм течений, приводящий к нагонам на северо-восточной части Каспия мало отличается по своему характеру от механизма для З и С, форм циркуляции.

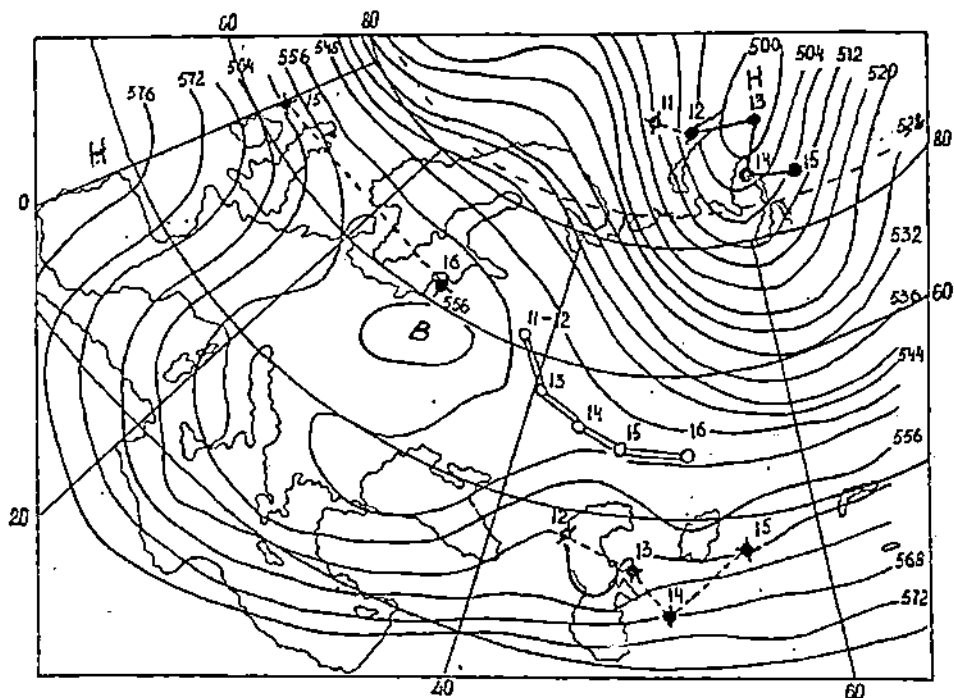


Рис.1. Карта средних значений поверхности 500 гПа меридиональной формы циркуляции Σ и траектории перемещения приземных барических центров за е.с.п. 11-16.04.87 г.

Восточная форма циркуляции (В) зеркально отображается в форму циркуляции Σ , т.е. гребень расположен над Уралом, а над Западной Европой ложбина. В летнее время, когда основной гребень смещен к востоку и ось его проходит по восточному берегу Каспийского моря. При этом в западной ложбине возникают условия для эволюции частных циклов, которые, последовательно перемещаясь к северо-востоку, создают условия для возникновения сильных юго-западных и западных ветров с небольшими перерывами. Отмечалось всего два случая с такой ситуацией.

При центральной меридиональной форме циркуляции (Ц) высотный гребень расположен над Восточной Европой, и в этом случае над северо-восточной частью Каспийского моря преобладает область повышенного давления со слабыми ветрами, когда нагонные явления не наблюдаются. Исключением из общего ряда составляют случаи, когда меридиональная форма Ц представляет собой высотный гребень с перемежающимся приземным антициклоном. Пример такой ситуации приведен на рис. 2.

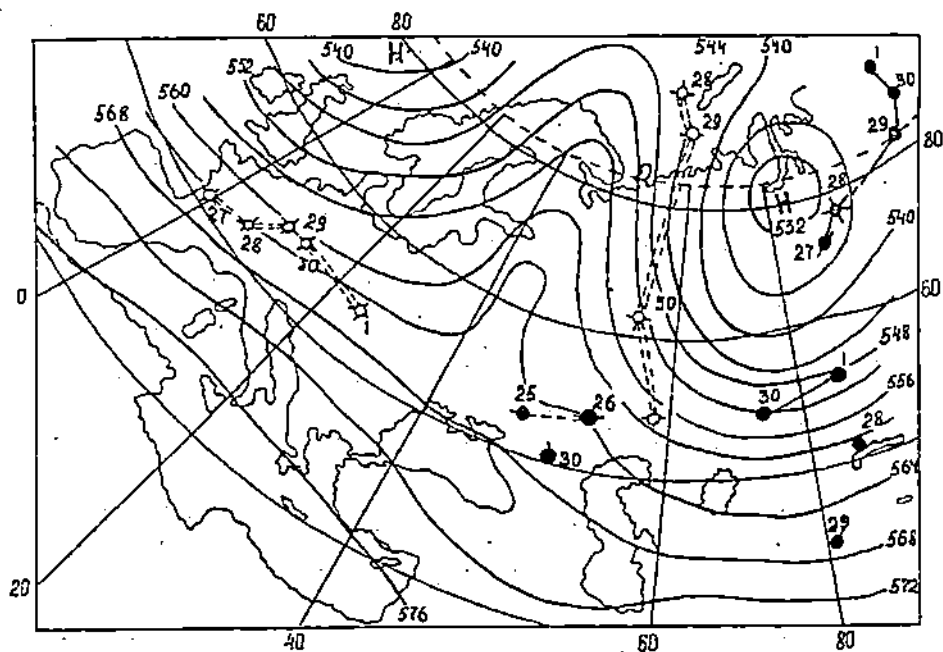


Рис. 2. Карта средних значений поверхности 500 гПа меридиональной формы циркуляции Ц и траектории перемещения приземных барических центров за е.с.п. 25.06 - 1.07.46 г.

Такой тип барического поля отличается географической стационарностью, хотя преобразование термодинамического поля происходит непрерывно, что объясняется тем, что в западной части восточного гребня существует сравнительно узкая зона падения давления, хотя ни приземный антициклон,

ни высотный гребень под влиянием этой зоны не ослабевают быстро [9]. При этом на определенной стадии развития западной ложбины возникает адвекция холода. Холод постепенно распространяется на восточную ложбину. Эффект явлений почти эквивалентен условиям зональной формы циркуляции.

Наибольший интерес, по-нашему мнению, представляет преобразование барического поля при переходе от одного е.с.п. к другому, внутри которого наблюдались нагонные явления. Для анализа этого перехода использовался профиль геопотенциала средней карты АТ 500. Для этого вдоль 50° с.ш. от нулевого до 60 меридиана в.д. через каждые 10° определяем значение геопотенциала. Полученный ряд значений описывает характер геопотенциального поля достаточно полно, исключая при этом мелкие детали поля.

Для сравнения величин геопотенциального поля соседних е.с.п. используем формулу

$$\Delta H_1 (H_1 - H) = \left(H_1 - \frac{\sum_1^n H_1}{n} \right)_A - \left(H_1 - \frac{\sum_1^n H_1}{n} \right)_B,$$

где H_1 - величина геопотенциала, А - описывает изменение геопотенциала в е.с.п. с нагонным явлением, В - описывает изменение геопотенциала в е.с.п. перед нагонным явлением. В 90 % случаев, полученные значения представляют собой функцию с максимумом значений примерно от 10 до 30 меридиана восточной долоты и минимумом на меридиане 50° в.д. Максимальное значение функции величина положительная, а минимальное - отрицательная. Функция описывает такую особенность геопотенциального поля, при которой высотный гребень формируется на западе континента, а в районе Каспийского моря - высотная ложбина, что подтверждает высказанное выше предположение. В 10 % случаев функция имеет обратный ход, что, по-видимому, соответствует большой скорости перемещения высотного гребня на восток и преобладанию ветров юго-восточного направления в районе Каспийского моря.

Проведенный анализ изменения барического поля периода, предшествующего нагонным явлениям, может оказаться полезным при разработке модели прогноза направления, скорости и продолжительности ветра, приводящего к нагонным явлениям на северо-восточном побережье Каспийского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кан С.И. Метод краткосрочного прогноза уровня северной части Каспийского моря // Тр. ЦИП.- 1948.- № 3 (30).- С.3-50.
2. Тихомирова М.Ф. Синоптические условия антициклонических штормов Каспийского моря // Геофизика и метеорология. - 1929, Т. VI. - Вып. 2. - С. 153-174.
3. Багров Н.А. Развитие ветрового нагона в замкнутом море // Известия АН. Серия геогр. и геофиз. - 1946. - № 6. - С. 41-42.
4. Скриптунов Н.А., Герштанский Н.Д. Некоторые черты современной прибрежной зоны восточной части Северного Каспия // Сб. работ Астраханской ГМО. - 1970. - Вып. 1. - С. 132-163.
5. Вознесенская Л.М. Прогноз скорости ветра в дельте Волги // Тр. ЗСНИИ Госкомгидромета - 1981. - Вып. 50. - С. 58-62.
6. Шулейкин В. В. Физика моря. - М.: Наука, 1953. - 990 с.
7. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. - Л.: Гидрометеиздат, 1960. - 270 с.
8. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 615 с.
9. Синоптические процессы Средней Азии // В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик и др. - Ташкент: Изд. АН Узб.ССР, 1957. - 477 с.

Гидрометцентр Казгидромета

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК - ШЫҒЫС
ЖАҒАЛАУЛАРЫНДА ҚАТТЫ СУ ТОЛҚЫНДАРЫН
БОЛДЫРАТЫН СИНОПТИКТИК ПРОЦЕСТЕРДІҢ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Г.М. БОНДАРЬ
Л.А. ВОРОНИНА

А.Л. Қақтың классификациясы негізінде Каспий теңізінің солтүстік-шығыс жағалауларында болатын қатты және өте қатты су толқындарын болдыратын синоптикалық процесстер анықталады. Солтүстік Каспий - дегі ұзаққа соғатын қатты жел туғызудағы атмосфералық процесстердің механикалық дамуы талданады.