

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

**ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВЫХ СГОНОВ МОРСКОЙ ВОДЫ НА
КАЗАХСТАНСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

Канд. техн. наук С.П. Шиварёва

Л.М. Соколова

Рассмотрены основные режимные характеристики ветровых сгонов морской воды и гидрометеорологические условия их развития на казахстанском побережье Каспийского моря. Приводится статистический анализ сгонных ситуаций, имевших место в данном районе. В соответствии с величиной спада уровня моря различной обеспеченности определены критерии опасности сгонных явлений для района казахстанского побережья Северного Каспия.

На территории Казахстана побережье Каспийского моря и прилегающая к нему морская акватория четко подразделяется по гидрометеорологическим условиям на два района, это восточные части Северного Каспия и Среднего Каспия. Восточная часть Северного Каспия является полузамкнутым, почти изолированным водоемом, гидрологический режим которого зависит от колебаний фонового уровня и стока рек Урала и Волги. Из-за крайне малых уклонов дна прибрежной зоны моря и прилегающей к ней суши, происходит постоянная миграция береговой черты до 15 км при изменениях фонового уровня моря на один метр и до 20...30 км при сгонно-нагонных колебаниях уровня [6]. Обширные мелководья, малые уклоны дна и суши, конфигурация береговой черты, активная деятельность ветра создают благоприятные условия для развития в Северном Каспии значительных сгонно-нагонных колебаний уровня воды

Сгонно-нагонные колебания уровня моря представляют собой кратковременные неперiodические изменения морского уровня под воздействием ветра и атмосферного давления. В результате этого воздействия в поверхностном слое моря возникает поступательное движение воды, вызывающее перемещение водных масс, что приводит к кратковременным колебаниям уровня моря у берега. В прибрежной зоне Прикаспийской низменности из-за сгонно-нагонных колебаний уровня моря происходят существенные изменения гидролого-морфологических, гидрохимических

и экологических процессов. Здесь, вследствие сгонно-нагонных явлений, 80...85 % времени в безледный период береговая черта у восточного побережья северной части Каспия неустойчива и постоянно мигрирует. При средних ветровых условиях размах этой миграции составляет 3...5 км, в экстремальных (при сгоне) – величина осушки достигает 8...12 км [2].

В мелководных районах Северного Каспия направление движения водных масс практически совпадает с направлением ветра, что обуславливает значительные по величине кратковременные подъёмы и спады уровня моря. Непериодические понижения морского уровня в результате воздействия ветра представляют собой сгонные ситуации. В северной части Каспийского моря наблюдаются наибольшие по величине сгоны, вызванные ветрами северных и восточных румбов, дующими с берега в сторону моря, однако они изучены слабо. Основная причина - чрезвычайная отмелость берегов в этом районе: при сгонах образуется осушка, вода может уходить от водомерного поста на несколько километров в сторону моря и при сильных сгонах взять отсчёт по рейке невозможно.

Определённое влияние на режимные характеристики сгонных колебаний уровня моря оказывают глубина моря, морфометрические характеристики дна и берега, наличие растительности и ледового покрова. Глубина моря у побережья ограничивает величину сгона воды. Уменьшение глубин и увеличение площадей мелководья приводит к увеличению сопротивления дна, поэтому уменьшаются величины сгонов. Зона максимальных сгонов располагается на большом удалении от береговой черты. Высота падения уровня воды при сгоне сначала увеличивается от берега в сторону моря, достигает максимума на некотором удалении от него и затем снова уменьшается по мере увеличения глубины. Наибольшие сгоны происходят на свалах глубин (изобаты 2-3 м) [2]. При понижении среднего уровня моря, зоны максимальных значений сгонов смещаются в сторону моря, а при подъёме – в сторону суши.

Под действием ветрового (дрейфового) течения и волнения грунта, слагающие мелководное взморье, легко перемещаются и образуются такие формы рельефа, как морские осередки, острова (шалыги), подводные косы и т.д. Положительные формы рельефа побережья оказывают экранирующее влияние, которое препятствует оттоку морских вод во время сгона. Оттоку вод с мелководной части побережья препятствует также растительность. Растительность, особенно подводная, задерживает наносы и способствует горизонтальному и вертикальному росту осередков, остро-

вов. Барьер подводной растительности, расположенной почти повсеместно вдоль побережья Северного Каспия на глубинах 0,4...0,9 м, уменьшает ширину осушки при сгонах [5]. Максимального развития этот барьер достигает в июле-августе. В это время зона осушек бывает значительно меньше, чем ранней весной при одинаковых ветровых условиях.

Ледяной покров, создавая дополнительное трение, существенным образом препятствуют развитию сгонов, поэтому при наличии льда (особенно неподвижного), величина сгонов значительно уменьшается. Влияние ледяного покрова особенно сказывается в восточной части Северного Каспия. Ежегодно большая часть Северного Каспия покрывается льдом. В умеренные зимы первое появление льда отмечается на взморье р. Урал в середине ноября, затем лед появляется в северных и восточных прибрежных мелководьях, ограниченных трехметровой изобатой, а также в районе архипелага Тюленьих островов. В декабре лед появляется в северной части Уральской бороздины и у полуострова Тюб-Каган. В теплые зимы припай располагается вдоль северного и восточного побережья полосой до 30...50 км, а в суровые зимы почти вся акватория Северного Каспия покрывается припаем. Наибольшей толщины до 1 м ровный припай достигает в суровые зимы. Разрушение припая начинается в среднем в конце февраля – начале марта, припай превращается в плавучий лед. Окончательное очищение ото льда происходит в конце марта – начале апреля.

Величина спада уровня воды при сгоне, в условиях полного замерзания данного района, уменьшается более чем в 2 раза. Такое значительное затухание сгонов вызывается большим (более 200 км) удалением кромки льда от района наблюдений [2].

Основным фактором, определяющим динамику сгонно-нагонных колебаний уровня, является ветер. Циркуляция воздуха над Северным Каспием происходит главным образом под действием континентальных барических образований таких, как сибирский зимний максимум и ирано-афганский летний минимум. Над акваторией Северного Каспия прослеживаются сезонные изменения в распределении атмосферного давления, связанные с образованием и распространением западных отрогов этих барических центров. Наряду с этим происходит местное термодинамическое воздействие самого моря на барическое поле. Над акваторией восточной части Северного Каспия по режиму ветра выделяют северо-восточный и юго-западный районы. В северо-восточном районе преобладают восточные (18,3 %) и юго-восточные (18,6 %), а также юго-западные (14,0 %) и

западные (13,2%) направления ветра. Наименьшую повторяемость имеют южные ветры (5,5%). Повторяемость скоростей ветра в году в этих районах примерно одинаковая: штили – 7,1 %, 1-5 м/с – 43,7 %, 6-10 м/с – 40 %, 11-15 м/с – 7,0 %, более 15 м/с – 2,2 %. В холодный период года преобладают восточные и юго-восточные ветры, летом увеличивается повторяемость западных ветров. Скорость ветра от весны к лету уменьшается, а к осени и зиме вновь увеличивается. Максимум штормов отмечается в ноябре, а также в марте – апреле, а минимум – летом. Наибольшее число штормов отмечается при ветрах восточных, юго-восточных румбов и противоположных им – северо-западных и западных. При южных и юго-западных ветрах штормов почти не бывает. Наибольшую среднюю скорость (6...8 м/с) имеют ветры восточных румбов, а также западного и северо-западного направлений, а наименьшую – южные и юго-западные ветры. Наиболее продолжительны сильные ветры восточных румбов в холодный период года (до 6 суток), наименее продолжительны ветры с юга и юго-запада. В летний период продолжительность действия ветра мала.

Для северо-восточного района Северного Каспия сгонными ветрами являются ветры северо-восточного и восточного направлений, имеющие четко выраженный сезонный ход [1,5], который обуславливает особенности внутригодового распределения сгонов воды в данном районе. Максимальная повторяемость сгонных ветров отмечается в октябре - ноябре. Статистический анализ колебаний уровня моря показывает, что сильные сгоны у северо-восточного побережья Северного Каспия отмечаются чаще всего в марте и ноябре (рис.).

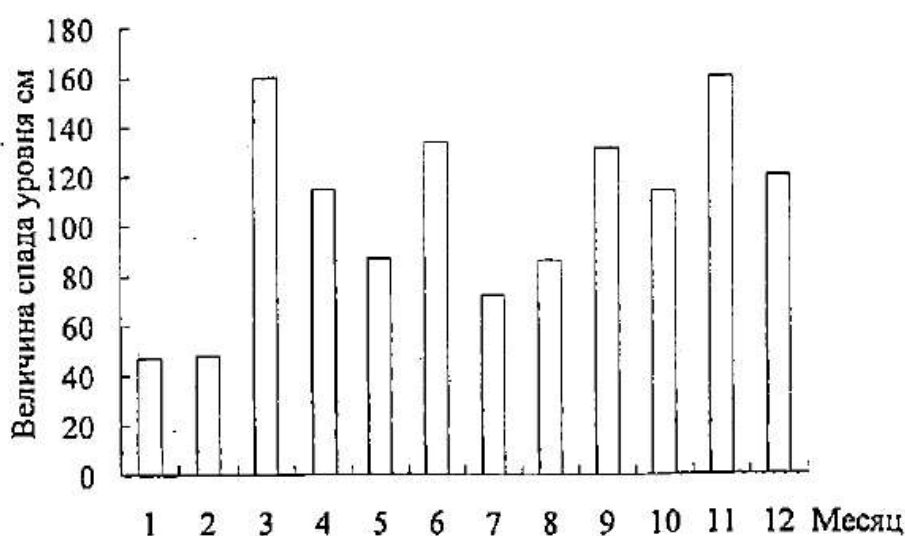


Рис. Сгоны уровня воды на северо-восточном побережье Северного Каспия (1950...2001 гг.)

При сильных северо-восточных и восточных ветрах сгоны в данном районе достигают максимального развития. Уровень моря понижается резко и менее чем за три часа может достигнуть своего минимального положения. Анализ графиков хода уровня моря и ветра показал, что высота сгона будет иметь большую величину, если усиление ветра идёт очень быстро и меньшую, если его скорость возрастает медленно [4]. При шквалистых ветрах во время прохождения холодных фронтов отмечается наибольшая скорость спада уровня воды - 30 см/ч. Продолжительность отдельных сгонов уровня в среднем составляет 2...3 суток, а наибольшая - 8...10 суток.

Повторяемость сгонных явлений зависит от направления ветра, а величина падения уровня воды при сгоне - от скорости и продолжительности действия ветра. Значительные сгоны вызываются сильными и продолжительными ветрами. Кроме общих закономерностей сезонных изменений направления ветра, характерных для всего Северного Каспия, каждый район моря имеет свои специфические особенности. Так, у острова Зюйдвестовая Шалыга во все сезоны повторяемость ветров восточных румбов меньше, чем в других районах, однако они остаются преобладающими для данного района.

Изменчивость ветра, как основного фактора, влияющего на величину и характер сгонно-нагонных колебаний уровня, определяет разнообразие характеристик колебаний уровня в различных районах Северного Каспия. Колебания уровня Северного Каспия при сгонах отличаются друг от друга величиной спада уровня, временем и интенсивностью изменения уровня при спаде, наличием или отсутствием вторичных минимумов при падении уровня, характером изменений в ложбине. Согласно Герштанскому Н.Д. [1], наиболее типичная форма гидрографа уровня воды при сгонах имеет следующий вид:

1. Продолжительное падение уровня. Сгон развивается и затухает в течение нескольких суток. Интенсивность изменения уровня на спаде примерно в два раза больше, чем на подъёме. Такой сгон вызывается продолжительными сгонными ветрами.
2. Резкий спад и пологий подъём уровня. Такие сгоны вызываются шквалистыми ветрами, возникающими, как правило, при прохождении атмосферных фронтов. Падение уровня происходит в течение нескольких часов, подъём - до нескольких суток.

Восточное побережье Северного Каспия освещено только данными гидрометеорологических наблюдений, выполняемых на станциях МГ

Зюйдвестовая Шалыга и М Пешной. Репрезентативной гидрометеорологической станцией для данного района является МГ Зюйдвестовая Шалыга. Статистика наблюдений за ветром и уровнем за безледный период по водпосту Зюйдвестовая Шалыга показывает, что здесь отмечается 52% сгонного ветра. Однако, из-за кратковременности периода работы станции, для наиболее полного анализа сгонных ситуаций, дополнительно были привлечены материалы гидрометеорологических наблюдений, проводимых на М Пешной. Для участка берега в районе островов Зюйдвестовая Шалыга и Большой Пешной наиболее эффективными сгонными ветрами являются ветра северных и северо-восточных румбов. Здесь во все сезоны ветра восточных румбов являются преобладающими.

По результатам выборки и анализа гидрометеорологических данных станций МГ Зюйдвестовая Шалыга и М Пешной за период с 1950 по 2001 годы был подготовлен каталог сгонных ситуаций для района северо-восточного побережья Северного Каспия и проведён анализ выбранных случаев. По данным срочных наблюдений за уровнем моря и ветром на М Пешной за периоды 1950-1953 гг. и 1964-2001 гг., а на МГ Зюйдвестовая Шалыга с 1956 по 1963 гг. включительно были выбраны 216 случаев со сгонными ситуациями. Для выявления случаев сгонов и их последующего анализа использовались совмещенные графики хода уровня моря и ветровых характеристик (направление и скорость). Выявленные спады водного уровня анализировались в соответствии со следующими критериями:

- ввиду того, что практический интерес представляют значительные изменения уровня моря, рассматривались лишь сгонные ситуации с величиной падения уровня, равной или более 40 см;
- эффективное сгонное направление ветра, т.е. направление ветра, при котором происходит спад уровня водной поверхности в данном районе, соответствует северным и восточным румбам и ветер дует от берега в сторону моря со скоростью более 5 м/с.

Каталог ветровых сгонов уровня воды в северо-восточной части Каспийского моря содержит следующие сведения о сгонных ситуациях: дату начала сгона и дату пика сгона, продолжительность периода спада уровня воды при сгоне от начала сгонного периода до времени наступления минимального значения уровня, величину спада водного уровня, интенсивность падения уровня воды.

За начало отсчета (начальный уровень) при оценке значений падения уровня при сгонах принимался фоновый уровень моря, величина ко-

торого равна среднеарифметическому из величин измеренных уровней, предшествующих началу спада воды в течение 10 дней. За пик сгона принималась минимальная отметка уровня воды в период спада уровня. За время начала сгонной ситуации, и время наступления минимального значения уровня воды принимался ближайший срок наблюдений за уровнем моря на данной станции. Продолжительность сгона в каталоге представлена периодом времени в часах от начала постоянного спада до момента установления минимального уровня воды (пика сгона), после которого начинается возвращение уровня до первоначального состояния. Величина спада уровня рассчитывалась как разница между значениями начального (фонового) уровня моря перед спадом уровня воды и его минимальной отметкой. В каталог включена также такая характеристика сгона, как интенсивность спада уровня, т.е. скорость понижения уровня моря в период сгона в см /час. Эта величина получена от деления величины спада уровня при сгоне на продолжительность его падения до минимальной отметки.

Статистический анализ выбранных сгонных ситуаций показал, что в районе острова Б. Пешной за анализируемый период на осень приходится наибольшее число случаев (97) со сгонами, вызывающими спад уровня в 40 см и более. Чаще всего сгоны наблюдаются в ноябре месяце с повторяемостью 18% (табл. 1). Из этого количества высоту 100 см и более имели 10 сгонов, из которых по два случая наблюдались в апреле, сентябре, октябре, ноябре и по одному в марте и июле.

За период с 1950 г по 2001 г, в северо-восточной части Каспийского моря имело место десять наиболее сильных (более 1м) сгонов (табл. 2). Как видно в табл. 2, максимальный за анализируемый период сгон в 160 см наблюдался дважды - 19.03...24.03.58, при восточном ветре до 20 м/с и 17.11...19.11.60 г., при восточном ветре до 24 м/с.

Наибольшее количество случаев со сгонами приходится на интервал 40...59 см - 54% (табл. 3), сгоны с величиной спада уровня, равной 80 см и более за период наблюдений составили 15%.

Как показывает анализ сгонных ситуаций, продолжительность сгонов воды изменяется в широких пределах - от нескольких часов до нескольких суток. Наибольший период спада уровня составляет 10 суток, минимальный период спада уровня моря - 6 часов. Наиболее часто падение уровня происходит в течение 1...2 суток.

Таблица 1

Распределение сгонных ситуаций по месяцам и их характеристики по данным МГ Зюйдвестовая Шалыга и М Пешной

Месяц	Характеристика		
	повторяемость сгонов, %	количество сгонов с величиной спада уровня более 100 см	наибольший спад уровня при сгоне, см
1	1	-	47
2	1	-	48
3	5	1	160
4	10	2	115
5	5	-	87
6	6	1	134
7	8	-	72
8	11	-	86
9	12	2	131
10	15	2	114
11	18	2	160
12	8	1	120
За год	100	11	160

Таблица 2

Даты наибольших сгонов, наблюдавшихся на МГ Зюйдвестовая Шалыга и М Пешной за 1950...2001 гг.

Дата сгона	Величина спада уровня, см	Характеристика эффективного ветра	
		направление, румб	скорость, м/с
02.09...03.09.56	107	ССВ, С	14
19.03...24.03.58	160	В	20
02.06...05.06.58	134	СВ	16
17.11...19.11.60	160	В	24
12.04...13.04.61	100	ВСВ	17
22.06...28.06.61	120	С; СВ	10; 9
03.09...07.09.67	131	СВ; ССВ	17
13.10...19.10.76	114	СВ	10
08.10-10.10.85	104	ССВ	12
15.04-21.04.99	115	СВ	12

Таблица 3

Распределение сгонных ситуаций по интервалам величин спада уровня воды

Интервал, см	Количество случаев	%
40...59	117	54
60...79	67	31
>80	32	15

Средняя скорость падения уровня при сгоне в районе М Пешной и МГ Зюйдвестовая Шальга равна 4 см/час. Наибольшая скорость падения уровня – 9 см/час наблюдалась 19.08.61, когда уровень моря за 6 часов упал на 54 см.

Величина падения уровня при сгоне в анализируемом районе колебалась от 40 до 160 см (табл. 4), а в многолетнем разрезе, в среднем, изменяется от 42...48 см (январь – февраль) и до 59...73 см (в остальные месяцы). За весь период наблюдений средняя величина падения уровня составила 60 см.

Таблица 4

Сезонные характеристики сгонных ситуаций, наблюдавшихся на северо-восточном побережье Северного Каспия

Сезон	Количество случаев	Дата начала сгона			Величина спада уровня воды при сгоне, см		
		ранняя	поздняя	сред.	наиб.	наим.	сред.
Весна	44	9.03	29.05	15.04	160	40	68
Лето	52	2.06	31.08	24.07	134	40	65
Осень	97	2.09	28.11	20.10	160	40	63
Зима	23	11.12	21.02	24.12	120	40	50

При анализе выбранных сгонных ситуаций сделана выборка дат наиболее частого возникновения сгонов. Оказалось, что весной наиболее распространенная дата начала сгона – 15.04, летом – 24.07, осенью – 20.10, зимой – 24.12 (см табл. 4).

В связи с тем, что сгонные ситуации являются потенциально опасными понижениями уровня моря, вызванными воздействием ветра, были определены характеристики критического падения уровня моря, которые могли бы служить критериями опасности явления. Величина спада уровня моря во время сгона зависит, в основном, от продолжительности, скорости и направления ветрового воздействия. Влияние фонового уровня сказывается только при наложении на штормовые колебания уровня воды, поэтому с эмпирической кривой обеспеченности спадов уровня воды были сняты значения вели-

чины спада уровня обеспеченностью 0,1%, 1%, 50%, принятые затем в качестве характеристик опасности сгонных явлений (табл. 5).

Таблица 5

Критерии опасности сгонных явлений, полученные по данным М Пешной, фоновый уровень моря минус 27 м

Величина спада уровня, см	Уровень моря, м	Характеристика	Последствия
60	- 27,60	Критический	Ухудшение условий плавания малых судов
130	- 28,30	Опасный	Ухудшение условий плавания малых и средних судов
180	- 28,80	Особо опасный	Суда могут оказаться на мели

Критический уровень моря, приведённый в таблице, соответствует величине спада уровня воды 50% обеспеченности, опасный – величина спада уровня 1% обеспеченности, особо опасный – 0,1% обеспеченности. Анализ имеющихся данных показал, что за последние десятилетие (1991...2001 гг.) уровень моря в данном районе превышал отметку “критический” в 29 случаях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герштанский Н.Д. Некоторые особенности рельефа водной поверхности при нагонах и сгонах в отмелых районах моря (на примере Северного Каспия) // Тр. ГОИИ. – 1971. – Вып. 104. С. 82-95.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том IV. Каспийское море, вып.1. Гидрометеорологические условия. - Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат. – 1992.- 359 с.
3. Казанский М.М., Шульман А.Р. К вопросу о колебаниях уровня водоёма, покрытого льдом под влиянием гидрометеорологических факторов// Метеорология и гидрология. – 1946 - № 6.
4. Мурадов М.А. Условия возникновения сильных ветров на Северном Каспии// Гидрометеорология и экология. – 1997. – № 2 - С. 15 - 22.
5. Скриптунов Н.А., Герштанский Н.Д. Некоторые черты современной прибрежной зоны восточной части Северного Каспия // Сб. работ Астраханской ГМО. – 1970 – Вып.1.

6. Техничко-экономический доклад по проблемам Каспийского моря в пределах Республики Казахстан, том I. Гидрометеорологическая характеристика прибрежной зоны и акватории Каспийского моря в пределах Республики Казахстан. - Алматы. - 1993 - 312 с.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП "Казгидромет"

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ ТЕҢІЗ СУЫНЫҢ ЖЕЛМЕН ҚУҒЫНДАЛУЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Техн.ғылымд. канд. С.П. Шиварева
Л.М. Соколова

Мақалада Каспий теңізінің қазақстандық жағалауындағы теңіз суының желмен қуғындалуының негізгі режимдік сипаттамалары және олардың дамуының гидрометеорологиялық жағдайлары қарастырылған. Осы аймақта болған қуғындалу-шоғырлану жағдайларының статистикалық талдауы келтірілген. Әр себепті теңіз деңгейінің төмендеуіне сәйкес Солтүстік Каспийдің қазақстандық жағалауы аймағы үшін желмен қуғындалу құбылыстарының қауіптілігі өлшемдері айқындалған.