

УДК 551.463:551.465

Канд. геогр. наук
PhD

А.Ф. Елтай^{1,2}
Н.И. Ивкина²
К.Т. Нарбаева¹

ЯВЛЕНИЕ АПВЕЛЛИНГА У КАЗАХСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ

Ключевые слова: апвеллинг, казахстанское побережье, Каспийское море, аномалия температуры, температура воды, направление ветра

В статье приводятся результаты сравнительного анализа случаев апвеллинга в районе Форт-Шевченко и Актау по данным прибрежных наблюдений за период 1961...2018 гг. Выявлено, что апвеллинг у казахстанского побережья носит сезонный характер. Из 179 случаев апвеллинга 87,7 % наблюдались летом, а 6,7 % осенью.

Явление, в результате которого водные массы с более низкой температурой и более высокой плотностью поднимаются на поверхность, называется апвеллингом. В основном оно характерно для западных побережий континентов, где ветры дуют параллельно берегу, и вода, уносимая поверхностным течением, заменяется водой, поднимающейся с глубины [12].

Как показывают исследования, у западного и восточного берегов Каспийского моря апвеллинг проявляется часто. При его возникновении понижения температуры воды имеет широкий диапазон – от 2 °С до 10...15 °С. Как правило, это явление длится от 3 до 5...6 сут., после чего температура воды повышается до нормальных климатических значений. У восточного побережья моря повторяемость и продолжительность данного явления таковы, что вода не успевает прогреться до температуры, которую она имела до апвеллинга. Понижение температуры воды во время апвеллинга начинает преобладать над сезонным прогревом моря, что способствует образованию здесь сезонного апвеллинга [1, 2].

Изучению апвеллинга на Каспийском море и причин его возникновения посвящено достаточное количество работ. Исследователи Н.М. Книпович, С.Я. Щербак, В.Б. Штокман [8, 14, 13] в своих работах отмечают,

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

² РГП «Казгидромет» НИЦ, г. Алматы, Казахстан

что сгонно-нагонные циркуляции являются причиной формирования подъема глубинных вод на поверхность моря. В 1960...1966 гг. появились статьи Г.П. Маянцева и Ю.А. Осянина [9], в которых они объясняли температурную аномалию у восточного побережья Среднего Каспия выходом подземных вод. Одним из аргументов против предположения о выходе грунтовых вод, стали факты обнаружения однородности солевого состава вод и другие гидрохимические особенности акватории моря у восточного побережья Среднего Каспия [11, 7]. В 1977 г. А.А. Керимовым и Н.Ц. Клевцовой была высказана гипотеза о связи температурных аномалий с внутренними волнами [6]. Работы Г.А. Монаховой и Г.А. Ахмедовой, подтверждают «синоптический» характер апвеллинга на Каспийском море [10].

Основными материалами для анализа апвеллинга в прибрежной восточной части казахстанского сектора Каспийского моря послужили наблюдения на 2-х береговых гидрометеорологических станциях и постах, МГ-I Форт-Шевченко за период 1961...2018 гг. и МГ-II Актау 1980...2018 гг. На их основе создан «Каталог явлений апвеллинга», включающий в себя информацию о температуре воды и воздуха, уровня моря, скорости и направления ветра. Учитывая характер развития этих явлений в казахстанском секторе, было выделено две зоны. Первая зона примыкает к району Форт-Шевченко, расположенного на мысе Тюбкараган, является одним из центров развития рыбной промышленности. Вторая к району г. Актау, расположенного на Мангыстауском полуострове, где береговая линия с песчаными пляжами в прибрежной зоне создаёт хорошие условия для развития туризма.

Для оценки интенсивности апвеллинга использована разность между температурой воды в последние сутки до его наступления и минимальной температурой, зафиксированной во время апвеллинга. В результате исследования было выявлено 179 случаев, из которых 62 приходится на первую зону и 117 на вторую.

Анализ данных наблюдений за уровнем моря и температурой воды, показал, что только 18 % случаев апвеллинга могли быть образованы под влиянием сгонно-нагонных процессов на море. У Форт-Шевченко, в 5-ти случаях, апвеллинг наблюдался в период сгонно-нагонных явлений, при колебаниях уровня моря больше 15 см (21.08.1970 г. – повышение уровня на 20 см, 17.08.2004 г. – падение уровня на 15 см, 10-11.06.2009 г., 28.07.2011 г., 18.08.2015 г. – подъемы уровня на 16, 23, 17 см соответственно), и 17

случаев когда изменения уровня моря были немногим больше 10 см. В Актау только в 4 случаях наблюдались изменения уровня моря более чем на 15 см из-за сгонно-нагонных явлений: 10-12.07.1980 г., 02- 03.06.2008 г., 24.06.2014 г. – подъем уровня на 16, 19 и 17 см соответственно, 26.07.2017 г. – падение на 16 см. Колебания уровня моря на 10 см и более при апвеллинге наблюдалось в 15 случаях.

Сравнительный анализ падения температур воды, показал, что апвеллинг наиболее интенсивно проявляется в районе Форт-Шевченко и разность температуры воды может превышать 12 °С (рис. 1). В среднем понижение температуры воды в результате апвеллинга в районе Форт-Шевченко составляет 6,1°С, а в районе Актау – 5,4°С [3, 4, 5].

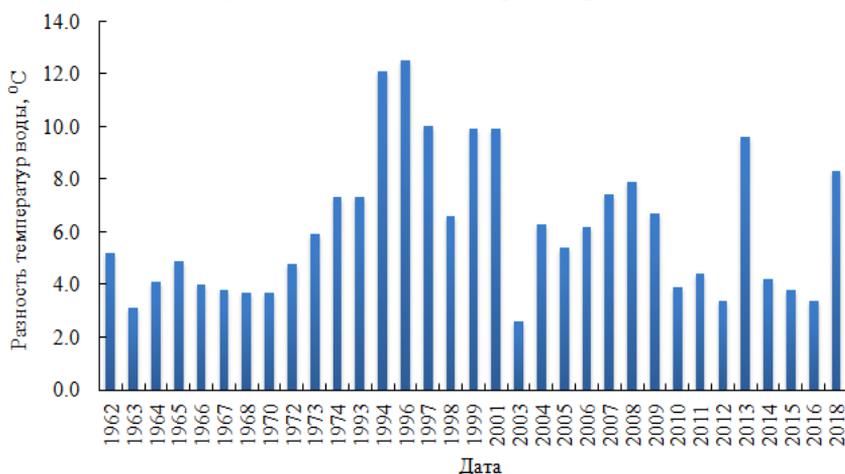


Рис. 1. Максимальное падение температур воды в результате апвеллинга в районе Форт-Шевченко по годам.

Примером апвеллинга, который произошел за последние 10 лет у Форт-Шевченко, является понижение температуры воды 3...6 сентября 2013 г. на 9,6 °С (рис. 2), под воздействием устойчивого ветра со скоростью 6 м/с и направлением на север.

Еще один характерный пример апвеллинга был в период 24...27 июня 2018 г., при ветре со скоростью 5 м/с и направлением на север, температура воды снизилась на 8,3 °С.

Во второй зоне исследования, в районе Актау, в 55% (или 65 случаев) апвеллинга аномалии температуры воды не превышали 4 °С. Максимальное падение температуры воды было зарегистрировано 12...13 июня 1980 г., которое составило 7,6 °С (рис. 3).

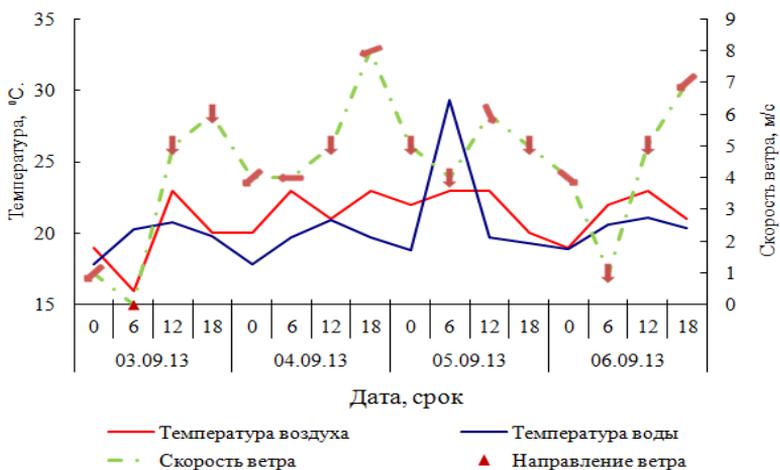


Рис.2. График совмещённого хода срочных значений температуры воздуха и воды, скорости и направления ветра по Форт-Шевченко в период 03...06.09. 2013 г.

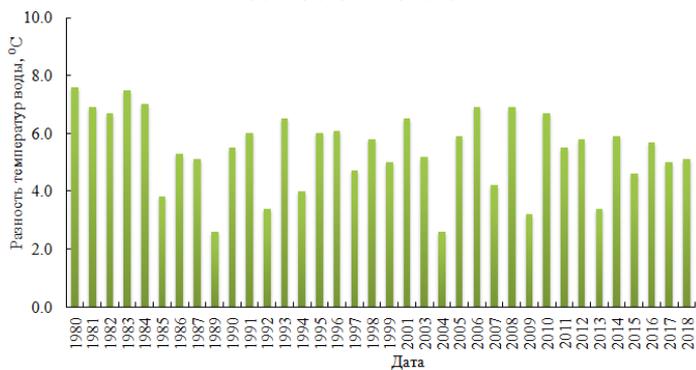


Рис. 3. Максимальное падение температур воды в результате явления апвеллинга в районе Актау по годам.

Характерным примером апвеллинга в районе Актау является случай, зафиксированный 18...21 июня 2010 г. В течение 3х дней температура воды понизилась на 6,7 °C. График хода, показал, что в этот период преобладало северное направление, при скорости ветра до 9 м/с.

Одним из классических примеров апвеллинга, является ситуация 23...26 июня 2014 г., когда после продолжительного действия (около суток) сильного северного ветра (8...11 м/с) теплые поверхностные слои морской воды (20...22 °C) были вынесены в открытое море, а непосредственно у берега температура поверхностного слоя воды понизилась на 5,9 °C.

Результаты анализа повторяемости термических аномалий, рассчитанных по данным гидрометеорологических наблюдений у Форт-Шевченко, показывают, что частота прибрежного апвеллинга невелика. Всего за период 1961...2018 гг. у Форт-Шевченко наблюдалось 21 случай отрицательных аномалий температуры воды, превышавших по абсолютному значению 3 °С. Аномалии же, превышавшие по абсолютному значению 5, 7, 9 и 12 °С, наблюдались соответственно в 19, 12, 6 и 4-х случаях. Причем, судя по гистограммам повторяемостей (рис. 4), прибрежный апвеллинг имеет место главным образом в июле и августе. Апвеллинг, сопровождающийся экстремальными отрицательными аномалиями (превышающими по абсолютной величине 8 °С), наблюдался только в 10-ти случаях: 5 случая в июне, 3 – в июле и лишь два случая имели место в конце лета – начале осени, в августе 1994 г. и в сентябре 2013 г.

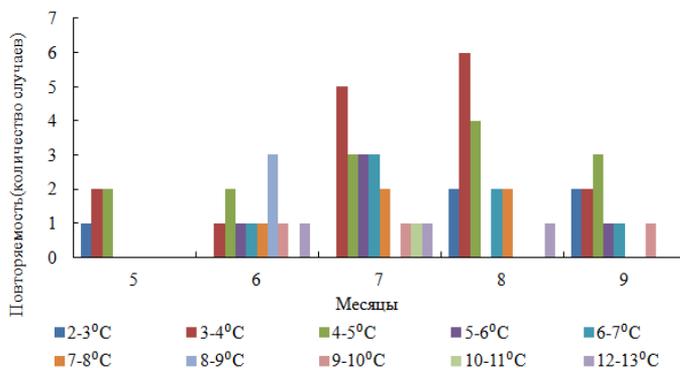


Рис. 4. Повторяемость отрицательных аномалий температур воды в районе Форт-Шевченко за период 1961...2018 гг.

В районе Актау наблюдалось 65 случаев отрицательных аномалий температуры воды, превышавших по абсолютному значению 3 °С. Количество случаев превышения по абсолютному значению 5 и 7 °С, наблюдались соответственно в 36 и 17 случаях. Как видно из графика (рис. 5), апвеллинг вдоль срединной части восточного берега Каспийского моря, имеет место в июне и июле. Максимальные падения температур в период наблюдений превышали 7 °С в 5-ти случаях: 2 – в июне, 3 – в июле.

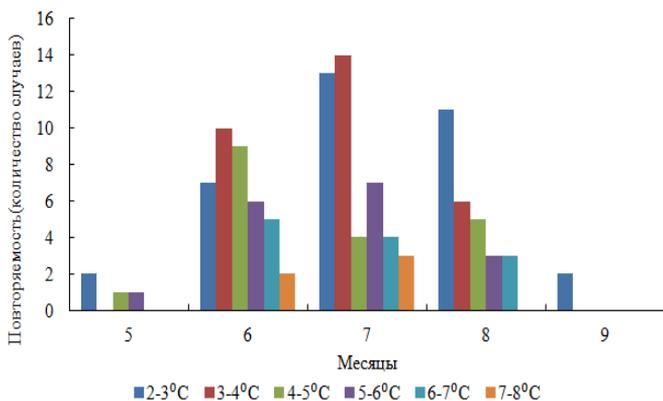


Рис. 5. Повторяемость отрицательных аномалий температур воды в районе Актау за период 1980...2018 гг.

Необходимо отметить, что явления апвеллинга в казахстанской части Каспийского моря могут наблюдаться в течение всего теплого периода (рис. 6). Продолжительность явления не превышает нескольких суток. Частота данного явления, как правило, 2...3 случая в среднем за год в каждой зоне.

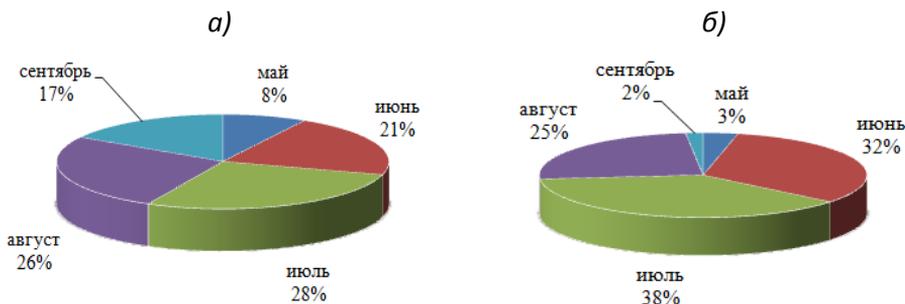


Рис. 6. Повторяемость случаев с явлением апвеллинга в течение теплого сезона в районе а) Форт-Шевченко, б) Актау.

Причем, для районов исследования наиболее активным является июль, 28 % в первой зоне и 38 % во второй. Возникновение этих явлений в первой зоне связано с эффективными ветрами, которыми являются ветры восточной четверти: северо-восточные и юго-восточные (рис. 7, а). Во второй же зоне эффективными ветрами являются, северо-восточные, северо-западные и западные направления ветра (рис. 7, б).

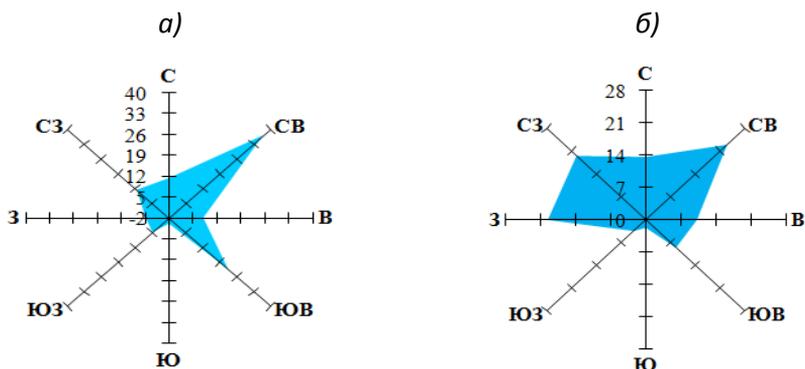


Рис. 7. Преобладающее направление ветра при возникновении явлений апвеллинга в районе а) Форт-Шевченко, б) Актау.

Таким образом, у казахстанского побережья Среднего Каспия апвеллинг имеет сезонный характер, обусловленный западными, северо-западными, северо-восточными и юго-восточными ветрами. Прибрежный апвеллинг может наблюдаться в течение всего теплого периода, но наиболее часто в июне-июле. Наиболее часто явление апвеллинга наблюдается во второй зоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипкин В.С. Гидрология прибрежного апвеллинга Черного и Каспийского морей. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – М., 1996. – 22 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том 6. Каспийское море. Вып. 1. / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – С. 358-359.
3. Ивкина Н.И., Соколова Л.М. Температурный режим морской воды в районе порта Баутино // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №2. – С. 66-72.
4. Ивкина Н.И., Соколова Л.М., Кожаметова Л.К. Режим температуры воды в районе порта Актау // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2. – С. 58-65.
5. Ивкина Н.И. Особенности прибрежного апвеллинга в восточной части Среднего Каспия // Гидрометеорология и экология. – 2012. – №2. – С. 81-88.
6. Керимов А.А., Клевцова Н.Ц. Аномалия температуры воды и внутренние волны в Среднем Каспии // Тр. ЗаКНИИГМИ. – 1977. – Вып. 70. – С. 53-63.

7. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. М: Изд-во МГУ, 1975. – С. 174-194.
8. Косарев А.Н. Структура вод и условия формирования биологической продуктивности Среднего и Южного Каспия // Водные ресурсы. – 1980. – № 3. – С. 26-36.
9. Маянцев Г.П., Осянин Ю.А. О подземном стоке с Мангышлака в Каспийское море // Океанология. – 1965. – Т. 5. – Вып. 5. – С. 854-855.
10. Монахова Г.А., Ахмедова Г.А. Подъем глубинных вод у западного побережья Среднего Каспия // Научный журнал КубГАУ. – №63(09). – 2010. – С. 334-345.
11. Семенов Ю.Л. Температурный режим и распределение кислорода, активной реакции (рН) и солености в восточной части Среднего Каспия // Матер. 3-й межобласт. научно-практич. конф. по охране природных ресурсов Северного Кавказа. Махачкала, 1975. – С. 109-111.
12. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник. – Москва: Academia, 2000. – 384 с.
13. Штокман В.Б. О циркуляции, возбуждаемой ветром в глубоководных частях Каспийского моря // Метеорология и гидрология. –1947. – № 2. – С. 42-50.
14. Щербак С.Я. Температура воды на поверхности в средней и южной частях Каспийского моря // Труды по комплексному изучению Каспийского моря. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – С. 66-69.

Поступила 11.11.2019

А.Ф. Елтай
Геогр. ғылым. канд. Н.И. Ивкина
PhD К.Т. Нарбаева

КАСПИЙДІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ АПВЕЛЛИНГ

Түйін сөздер: апвеллинг, Қазақстан жағалауы, Каспий теңізі, температурасы аномалиясы, су температурасы, желдің бағыты

Мақалада Форт-Шевченко және Ақтау аудандарындағы 1961...2018 ж.ж. аралығындағы жағажайлық бақылаулар бойынша апвеллинг жағдайларының салыстырмалы талдау нәтижелері келтірілген. Қазақстандық жағалаулардағы апвеллинг құбылысы маусымдық сипатқа ие екендігі анықталды. Апвеллингтің 179 жағдайдың 87,7 % -ы жазда, 6,7 % -ы күзде байқалды.

A.G. Yeltay, N.I. Ivkina, K.T. Narbayeva

UPWELLING AT THE KAZAKHSTAN COAST OF THE CASPIAN SEA

Key words: upwelling, Kazakhstan coast, Caspian Sea, temperature anomaly, water temperature, wind direction

The article presents the results of a comparative analysis of upwelling in the Fort Shevchenko and Aktau areas according to coastal observations for the period 1961...2018. It was revealed that upwelling off the Kazakhstan coast is seasonal. Of the 179 cases of upwelling, 87,7 % were observed in the summer, and 6,7 % in the autumn.