

УДК 551.463:551.464

PhD

А.Ф. Елтай^{1,2}А.В. Галаева²**АНАЛИЗ ДАННЫХ АТЛАСА МИРОВОГО ОКЕАНА
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КАСПИЙСКОМУ МОРЮ**

Ключевые слова: Каспийское море, атлас мирового океана, соленость, гидрохимические показатели, ODV

В статье рассматриваются данные Атласа Мирового океана, приводятся результаты сравнительного анализа данных солености воды Каспийского моря для двух выбранных точек, а также содержания в ней растворенных неорганических питательных веществ (фосфаты, нитраты, кремний) и кислорода. Данные атласа Мирового океана можно использовать в научных исследовательских целях для проведения анализа физических и гидрохимических показателей воды в различные годы.

Введение. На гидрохимические показатели моря влияют внешние и внутренние гидрометеорологические факторы, такие как изменение уровня моря, скорость и направление ветра, волнение, температура воды.

Для акватории казахстанского сектора Каспийского моря скорости ветра уменьшаются от весны к лету, затем повышаются к осени и в холодный период года достигают максимума [3, 4]. За последние 10 лет в северо-восточной части моря количество нагонов уменьшилось, а сгонов увеличилось [5]. Максимальная высота волны, зарегистрированная в декабре 1985 г. в районе порта Актау, достигала 4,5 м. Ветровые волны более 1 м в районе среднего Каспия наблюдаются в каждом месяце, а сильное волнение характерно для холодного периода года [9].

Материалы и методы. В работе использовались данные атласа мирового океана (World Ocean Atlas), созданного в Национальном центре океанографических данных (США) за 2018 г. [2]. Это наборы океанических данных, в которых представлены различные параметры и свойства мирового океана и крупных морей. Впервые он был создан в 1994 г., с по-

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

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

следующими его изменениями в 1998, 2001, 2005, 2009 и 2013, 2018 гг. Пространственное разрешение данных представлено в трех видах сетки 5° , 1° и $0,25^\circ$. Поля четверти градуса представляют Земной шар в виде квадратов долготы/широты 1440×720 четверть градуса. Поля с одним градусом представляют мир в виде квадратов долготы/широты 360×180 с одним градусом. Поля с пятью градусами делят мир на квадраты 72×36 долготы / широты с пятью градусами. Анализировать данные можно за различные периоды времени и определять средние многолетние, сезонные и месячные значения [7].

Наборы данных доступны в различных форматах, таких как Network Common Data Format (NetCDF), comma-separated value (csv), ArcGIS-compatible shapefiles, ASCII, ODV и др. для различных статистических полей. Данные включают в себя информацию о температуре воды ($^\circ\text{C}$), солености (‰), растворенном в воде кислороде и его изменении (мкмоль/кг), фосфатах (мкмоль/кг), кремниевой кислоте (мкмоль/кг) и нитратах (мкмоль/кг) (рис. 1).

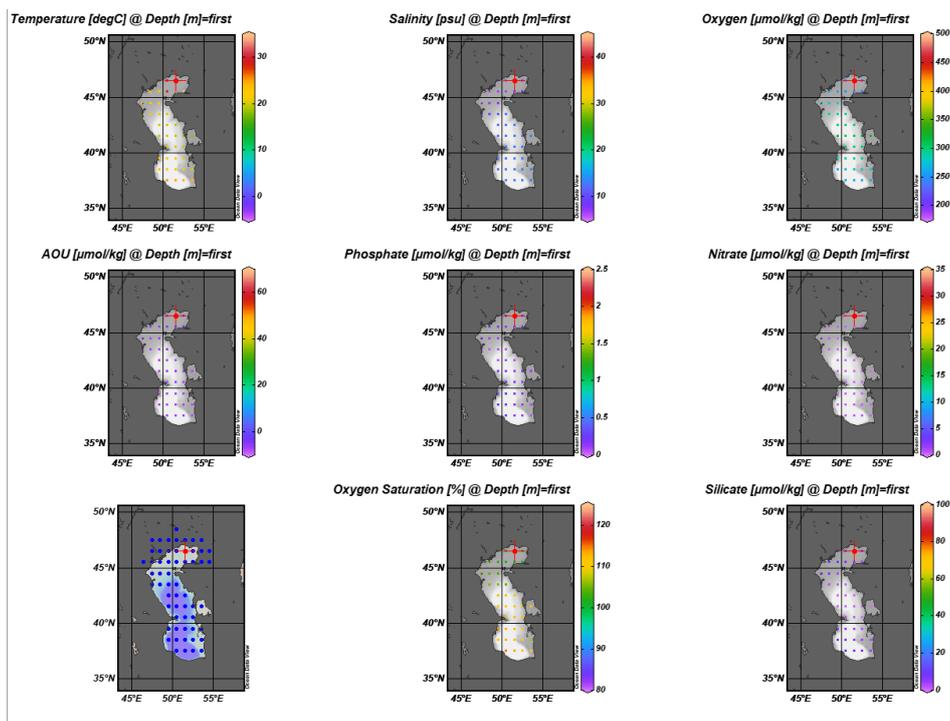


Рис. 1. Данные о гидрохимических параметрах Каспийского моря за июнь в среднем многолетнем разрезе [1].

Атлас мирового океана состоит из описания процедур анализа данных и горизонтальных карт полей распределения солености, растворенных веществ, кислорода на выбранных стандартных уровнях глубины Мирового океана, на сетке широты-долготы в один градус и четверть градуса. Карты предназначены для иллюстрации крупномасштабных характеристик распределения гидрохимических параметров океана. Поля, используемые для создания этих карт были составлены на основе объективного анализа всех научно-проверенных исторических данных о солености в базе данных Мирового океана за 2018 г. Важным источником данных являются морские термосалинографы, установленные на морских судах, которые измеряют температуру поверхности воды и соленость.

Для анализа и визуализации данных использовалась программа ODV (Ocean Data View), разработанная в институте полярных и морских исследований имени Альфреда Вегенера (Германия) [2].

Ocean Data View (ODV) – это программный пакет для анализа и визуализации наборов океанографических и метеорологических данных, находящийся в свободном доступе [8].

Формат ввода – основные таблицы данных в стиле электронных таблиц. Пользователи могут настраивать свои конфигурации, используя батиметрию высокого разрешения, береговые линии и другие справочные материалы. Файлы данных и конфигурации не зависят от платформы и могут обмениваться между различными системами.

В данной работе для примера были выбраны две точки (1 – 51.5 в.д., 46.5 с.ш.; 2 – 50.5 в.д., 43.5 с.ш.) в северной и средней частях моря (рис. 2), в которых анализировались стандартные значения гидрохимических параметров Каспийского моря.

Статистическое среднее – это среднее значение всех интерполированных по глубине данных, прошедших проверку качества на каждом стандартном уровне глубины для каждой переменной в каждом квадрате с точностью до четверти, одного или пяти градусов, которые содержат по крайней мере одно измерение для данной океанографической переменной [7].

Периоды, за которые представлены данные в атласе разделены на десятилетия: 1955...1964, 1965...1974, 1975...1984, 1985...1994, 1995...2004, 2005...2017, 1981...2010 гг.



Рис. 2. Точки, выбранные для анализа данных.

Сравнительный анализ гидрохимических показателей.

Значения солёности в среднемноголетнем периоде для точки 1 колеблется в пределах от 7,51 ‰ до 12,32 ‰. Для точки 2 максимальная солёность была равна 13,08 ‰, а минимальное значение 12,32 ‰ (рис. 3).

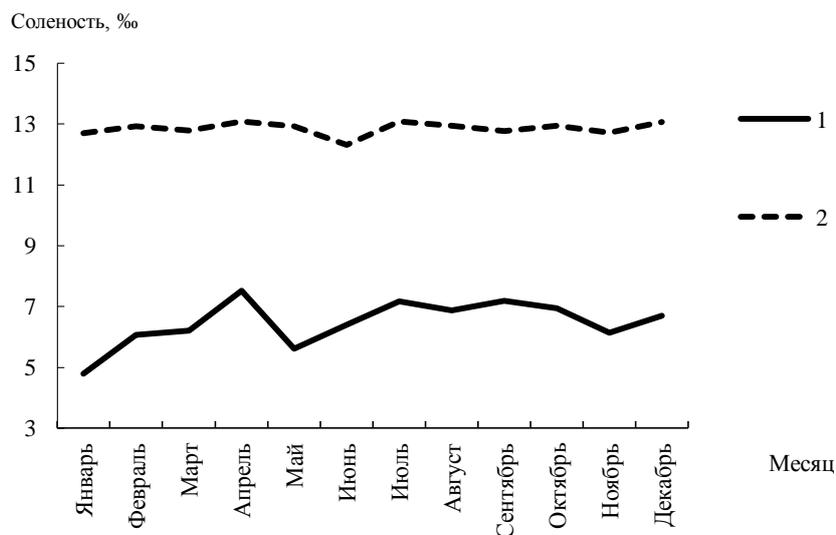


Рис. 3. График хода солёности в точке 1 (Северный Каспий) и в точке 2 (Средний Каспий) по месяцам за многолетний период.

Максимальные значения солёности в обеих точках наблюдались в апреле, а минимальные – в январе и июне соответственно. На рис. 3 видно, что солёность в северной части

моря ниже чем в средней, что связано с поступлением речных вод (рр. Жайык (Урал), Волга и др.).

Еще одним параметром, определяющим состояние вод Каспийского моря, является содержание кислорода в водной толще. Концентрация кислорода в воде не должна быть меньше 6 мг/л. Растворенный кислород для двух точек имеет синхронный ход во внутригодовом разрезе. В теплый период года (апрель-сентябрь) в северном Каспии значения растворенного кислорода в среднем меньше на 6,15 мг/л (рис. 4). Содержание кислорода понижается летом и увеличивается осенью и зимой.

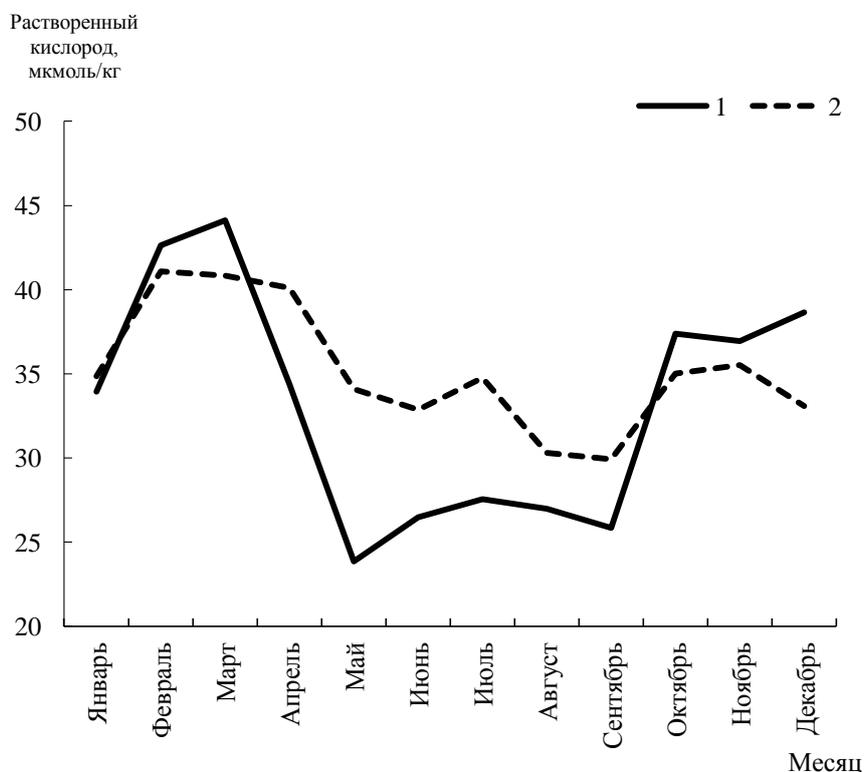


Рис. 4. График хода растворенного кислорода в точке 1 (Северный Каспий) и в точке 2 (Средний Каспий) по месяцам за многолетний период.

В атласе также представлены данные по растворенным неорганическим питательным веществам (фосфаты, нитраты, кремний) (табл.) [6].

Значения гидрохимических показателей для выбранных точек

| Месяцы | Фосфаты | | Нитраты | | Кремний | |
|--------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Январь | 0,077 | 0,096 | 0,016 | 0,019 | 1,095 | 1,299 |
| Февраль | 0,011 | 0,011 | 0,002 | 0,000 | 0,398 | 0,584 |
| Март | 0,004 | 0,005 | 0,015 | 0,036 | 0,023 | 0,358 |
| Апрель | 0,018 | 0,011 | 0,001 | 0,000 | 0,767 | 0,477 |
| Май | 0,024 | 0,008 | 0,031 | 0,026 | 0,808 | 0,303 |
| Июнь | 0,018 | 0,005 | 0,019 | 0,000 | 1,032 | 0,065 |
| Июль | 0,010 | 0,020 | 0,005 | 0,033 | 0,141 | 0,000 |
| Август | 0,007 | 0,011 | 0,003 | 0,039 | 0,593 | 0,500 |
| Сентябрь | 0,007 | 0,012 | 0,001 | 0,022 | 0,881 | 0,653 |
| Октябрь | 0,002 | 0,006 | 0,001 | 8,000 | 0,077 | 0,346 |
| Ноябрь | 0,004 | 0,014 | 0,011 | 0,003 | 0,474 | 0,827 |
| Декабрь | 0,014 | 0,012 | 0,007 | 0,008 | 0,246 | 0,679 |
| среднее | 0,016 | 0,018 | 0,009 | 0,682 | 0,544 | 0,507 |
| максимальное | 0,077 | 0,096 | 0,031 | 8,000 | 1,095 | 1,299 |
| минимальное | 0,002 | 0,005 | 0,001 | 0,000 | 0,023 | 0,000 |

Атлас мирового океана очень удобный масштабный проект, с помощью которого можно находить разнообразные данные в нужной точке, проводить сравнительный анализ, и применять их для научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас мирового океана [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/SELECT/woaselect/woaselect.html> (дата обращения: 20.08.2020).
2. Атлас мирового океана [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://odv.awi.de/data/ocean/world-ocean-atlas-2018/> (дата обращения: 20.08.2020).
3. Елтай А.Ф. Особенности ветрового режима в казахстанской части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2019. – №1 (92). – С. 63-72.

4. Ивкина Н.И. Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №4. – С. 27-38.
5. Ивкина Н.И., Васенина Е.И., Елтай А.Ф. Сгонно-нагонные явления в северо-восточной части Каспийского моря в современных условиях // Гидрометеорология и экология. – 2019. – №2 (93). – С. 77-85.
6. Garcia H.E., Weathers K.W., Paver C.R., Smolyar I., Boyer T.P., Locarnini R.A., Zweng M.M., Mishonov A.V., Baranova O.K., Seidov D., and Reagan J.R. World Ocean Atlas 2018. Vol. 4: Dissolved Inorganic Nutrients (phosphate, nitrate and nitrate+nitrite, silicate). / Mishonov A. Technical Editor, NOAA Atlas NESDIS 84. – 2019. – 35 p.
7. Garcia H.E., Boyer T.P., Baranova O.K., Locarnini R.A., Mishonov A.V., Grodsky A., Paver C.R., Weathers K.W., Smolyar I.V., Reagan J.R., Seidov D., Zweng M.M. World Ocean Atlas 2018: Product Documentation. / A. Mishonov, Technical Editor. – 2019. – 20 p.
8. Reiner Schlitzer, Interactive analysis and visualization of geoscience data with Ocean Data View // Computers & Geosciences. – Volume 28. – Issue 10. – December 2002. – Pp. 1211-1218.
9. Yeltay A., Ivkina N, Bjorn Klove. Influence of wind on wave heights in the Kazakh Caspian Sea // Central Asian Journal of Water Research. – 2019. – 5(1). – Pp. 58-70. Doi: 10.29258/CAJWR/2019-R1.v5-1/58-70.eng

Поступила 24.08.2020

PhD А.Ф. Елтай
А.В. Галаева

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНЕ ҚАТЫСТЫ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК МҰХИТ АТЛАСЫНЫҢ ДЕРЕКТЕРІН ТАЛДАУ

Түйін сөздер: Каспий теңізі, дүниежүзілік мұхит атласы, тұздылық, гидрохимиялық көрсеткіштер, ODV

Мақалада дүниежүзілік мұхит атласының деректері қарастырылады, таңдалған екі нүкте үшін Каспий теңізі суының тұздылығын, сондай-ақ ондағы ерітілген бейорганикалық қоректік заттардың (фосфаттар, нитраттар, кремний) және оттегінің құрамын салыстырмалы талдау нәтижелері келтіріледі. Дүниежүзілік мұхит атласының деректерін әртүрлі жылдардағы ситуацияға талдау жасау үшін ғылыми зерттеу мақсатында пайдалануға болады.

A.G. Yeltay, A.V. Galayeva

**ANALYSIS OF THE WORLD OCEAN ATLAS DATA IN
RELATION TO THE CASPIAN SEA**

Key words: Caspian sea, world ocean atlas, salinity, hydrochemical indicators, ODV

The article considers the data from world ocean atlas, presents the results of a comparative analysis of the salinity data of the Caspian sea water for two selected points, as well as the content of dissolved inorganic nutrients (phosphates, nitrates, silicon) and oxygen. The data of the World Ocean Atlas can be used for scientific research purposes to analyze the physical and hydrochemical parameters of water in different years.