СИНОПТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В КАРСКОМ МОРЕ

Полухин А.А.¹, Степанова С.В.¹, Кубряков А.А.²

¹Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, 117997, г. Москва,
Нахимовский проспект, д. 36, e-mail: тел. +7 499 124-7742,
e-mail: polukhin@ocean.ru sv.step@hotmail.com

²Морской Гидрофизический Институт РАН, 2, ул. Капитанская, 299011, Севастополь, e-mail: arskubr@gmail.com

The paper presents the main results of the study of the synoptic variability of the hydrochemical structure of the Kara Sea waters. The main factors of synoptic variability are identified. Investigations are based on the SIO RAS expeditions in 2014–2017.

При изучении изменчивости структуры вод Мирового океана важно отделять изменения, связанные с природными процессами от тех, которые происходят в виду антропогенной нагрузки на экосистемы. Для этого необходимо учитывать основные закономерности и масштабы естественной исследуемой системы. Для арктических морей изучение процесса изменчивости и факторов, ее определяющих, имеет важнейшее фундаментальное и прикладное значение. Теоретическая значимость заключается в возможности оценки влияния различных природных факторов на изменчивость гидрохимических условий вод Карского моря. Прикладное значение таких исследований состоит в оценке продуктивности верхнего деятельного слоя моря, а также позволяет получить представление о степени воздействия климатических изменений и деятельности человека на состояние морской экосистемы.

Изменчивость можно разделить на периодическую и случайную. Естественно, что и изменчивость содержания гидрохимических параметров будет отражать изменения определяющих ее факторов. Совершенно очевидно существование основных циклов временной изменчивости (что, однако, не исключает наличие и других временных циклов): суточного и сезонного (внутригодового). Из неперiodических изменений естественной природы можно выделить синоптическую изменчивость.

Под синоптической изменчивостью в океанологии принято понимать неоднородности в океанологических полях, имеющие характерные временные и пространственные масштабы от нескольких суток до месяцев и от десятков до тысяч километров, соответственно [1].

Силы, вызывающие возмущения синоптического масштаба, известны – это силы тангенциального напряжения ветра, горизонтального градиента атмосферного давления и потоки плавучести. Под действием этих сил в синоптическом диапазоне частот генерируются разнообразные физические процессы, которые в той или иной мере находят отражение в распределении гидрохимических параметров.

В этом интервале масштабов принято выделять два подынтервала: волны Россби и связанные с ними фронтальные и свободные океанические вихри, а также вынужденные неоднородности с масштабами баротропных атмосферных процессов [1, 2].

Материалом для данной работы послужили рейсы Института океанологии РАН в Карское море в период с 2014 по 2017 гг. В большинстве случаев экспедиция проводилась один раз в полевой сезон, но работы охватывали одни и те же районы (Обская губа, Енисейский залив, Новоземельский желоб, южные части отрогов желоба Св. Анны). В последнее время за один полевой сезон удавалось отбирать пробы на одних и тех же станциях с интервалом от десяти дней до месяца, что и дало возможность оценить синоптическую изменчивость гидрохимических параметров некоторых районов Карского моря.

Так, по данным экспедиций в августе–сентябре 2014 г. была проведена оценка изменчивости гидрохимической структуры вод района к западу от п-ова Ямал, находившемуся под воздействием континентального стока [3]. Основными факторами изменчивости являлись биологические процессы при переходе от летнего к осеннему сезонам, а также перемешивание поверхностного слоя.

В сентябре 2015 г. гидрохимические исследования в Карском море были ограничены западной частью его акватории и склоном шельфа в районе желоба Св. Анны [4]. Повторные измерения на одной из станций с интервалом в 20 суток дали возможность проследить изменчивость гидрохимической структуры вод в районе склона шельфа Карского моря. Основной причиной достаточно сильной изменчивости послужил материковый сток Оби и Енисея, чей плюм распространялся до северных районов моря. При воздействии ветра плюм может перемещаться достаточно быстро [5]. В данном случае перемещение плюма позволило конвективному перемешиванию за период чуть больше двух недель выровнять профили распределения биогенных элементов, что было невозможно при устойчивой стратификации.

В 2016 г. исследования проводились в середине июля начале августа. Станция, на которой удалось проследить синоптическую изменчивость, находилась над бровкой континентального склона, акватория которого была слабо подвержена воздействию речного стока. При отмеченном выхолаживании верхнего 50 метрового слоя и ослаблении стратификации яркие максимумы биогенных элементов под слоем скачка плотности исчезли за период в 11 суток. На фоне лимитирующих концентраций

биогенных элементов в верхнем деятельном слое могли сложиться условия для начала процесса рециклинга – важного эпизода в развитии арктических экосистем и оценке первичной продукции акватории.

В 2017 г. исследования проводились в конце августа во второй половине сентября. Одна из станций наблюдения находилась в шельфовой зоне на 1° севернее устья Обской губы. Основной причиной достаточно сильной изменчивости в данном случае стало сезонное снижение объема поступающего речного стока. Во время съемки в августе район был подвержен воздействию речного стока. Поверхностный слой был сильно распреснен, высокоградиентный слой наблюдался на глубинах около 10 м. Снижение стока уменьшило мощность опресненного слоя, что позволило конвективному перемешиванию проникнуть глубже, в результате сезонный пикноклин расположился на глубине около 20 м, что отразилось и на вертикальном распределении биогеохимических элементов. Однако, судя по вертикальному распределению гидрофизических и гидрохимических параметров, незадолго до начала 2-ой съемки район снова подвергся влиянию речного стока – на вертикальных профилях хорошо виден пятиметровый слой с пониженной соленостью и повышенным содержанием кремния.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наибольшее влияние на изменчивость гидрохимической структуры вод в Карском море в синоптическом диапазоне масштабов оказывают гидрологические и метеорологические процессы: сезонная изменчивость речного стока, динамическое воздействие ветра на поверхностный опресненный слой, течения, особенно в районе орографических неровностей на дне. Биохимические процессы выходят на первый план при относительно стабильных метеорологических условиях, при переходе от летнего к осеннему сезону, когда на фоне начавшегося похолодания происходит спад биологической активности и активизация процессов деструкции органического вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. С. 512
2. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость Мирового океана. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 261 с.
3. Полухин А.А. Динамика гидрохимических характеристик поверхностного распресненного слоя Карского моря в августе-сентябре 2014 года // Экосистема Карского моря – новые данные экспедиционных исследований. М.: АПР, 2015. С. 58–61.
4. Маккавеев П.Н., Полухин А.А., Костылева А.В., Проценко Е.А., Степанова С.В., Якубов Ш.Х. Гидрохимические особенности акватории Карского моря летом 2015 г. // Океанология. 2017. Т. 57. № 1. С. 67–74.
5. Зацепин А. Г., Завьялов П.О., Кременецкий В.В., Поярков С.Г., Соловьев Д.М. Поверхностный опресненный слой в Карском море // Океанология. 2010. Т. 50. № 5. С. 698–708.