

СКОРОСТЬ АПВЕЛЛИНГА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЯХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Левченко Е.В.¹, Рудых Н.И.²

¹*Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского,*

г. Владивосток

leovit@mail.ru

²*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток*

Акватории зал. Петра Великого подвержены регулярному воздействию апвеллингов–даунвеллингов [1–5]. В частности, выявлена периодичность возникновения прибрежного ветрового апвеллинга во время перехода с летнего на зимний муссон [6]. Показано, что формирование и разрушение гипоксии придонных вод Амурского залива зависит от функционирования системы «апвеллинг–даунвеллинг» [7]. Установлено, что прибрежный апвеллинг в конце летнего периода является ключевым фактором межгодовой изменчивости гидрохимического состояния вод Уссурийского залива [8].

Достоверно установлена первостепенная роль прибрежного апвеллинга в доставке биогенных элементов в эстуарные заливы, в том числе в окраинных морях северно-западной части Тихого океана [9–11]. Тем не менее, в настоящее время не созданы модели, описывающие зависимость изменения содержания растворенных форм биогенных элементов от динамики апвеллинга–даунвеллинга, в том числе, в зал. Петра Великого. Такие исследования необходимы для детальной характеристики роли этого процесса в гидрологии, биологии и гидрохимии рассматриваемого бассейна.

Цель настоящего исследования – изучение изменения среднемесячной скорости апвеллинга в шельфовой зоне залива Петра Великого и описание её влияния на изменение содержания биогенных элементов в прибрежных акваториях залива в виде функциональных моделей с использованием статистических методов анализа.

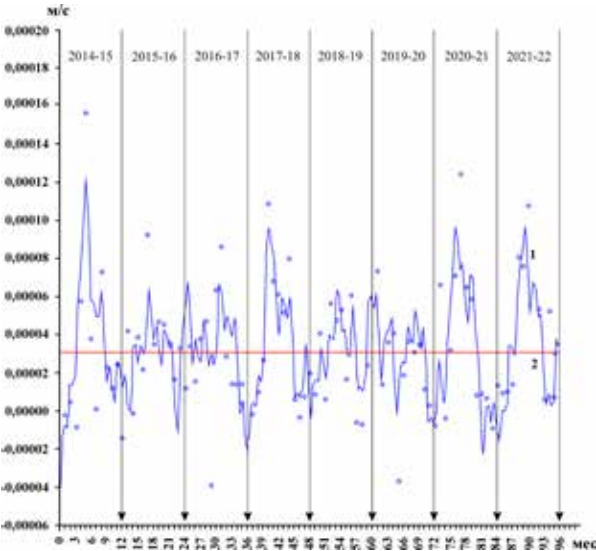
Данные для анализа процесса апвеллинга–даунвеллинга в шельфовой зоне Залива Петра Великого Японского моря с ав-

густа 2014 до июля 2022 г. были получены с помощью сервера ERDDAP [http://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/ru/griddap/erdQBstressmday_LonPM180.html]. Значения экмановской вертикальной скорости рассчитаны по спутниковым данным в Лаборатории физических наук Национального управления океанических и атмосферных исследований США (Physical Sciences Laboratory, NOAA, USA). Обработка данных проведена с помощью пакета программ Ocean Data View (ODV 5.8.2) [12].

Изменение среднемесячной скорости экмановского апвеллинга-даунвеллинга в исследуемой акватории в период с августа 2014 до июля 2022 г. происходило со сложной периодичностью (рис. 1). При оценке влияния этого процесса на межгодовую динамику содержания биогенных элементов использован метод регрессионного анализа [13]. Показано, что экмановский апвеллинг-даунвеллинг в шельфовой зоне залива Петра Великого оказывает различное влияние на содержание биогенных элементов в разных прибрежных акваториях. Например, зависимость влияния скорости апвеллинга на межгодовые изменения содержания общего растворенного фосфора для Амурского залива может быть описана уравнением:

$$Y = 0,034 \times ((\exp((Y/0,073^4)^3) - 1) \times \exp(-0,5 \times ((X - 0,073^4) / (0,073 / \exp(1))^4)^2) + 1).$$

Рис. 1. График функции изменения (1) и среднее значение (2) средне-месячной скорости экмановского апвеллинга-даунвеллинга в шельфовой зоне Залива Петра Великого Японского моря с августа 2014 до июля 2022 г. (1-й месяц – август 2014 г.)



Литература

1. Жабин И.А., Грамм-Осипова О.Л., Юрасов Г.И. Ветровой апвеллинг у северо-западного побережья Японского моря // Метеорол. и гидрол. 1993. № 10. С. 82-86.
2. Юрасов Г.И., Вилянская Е.А. Характеристики апвеллинга в заливе Петра Великого в осенне-зимний сезон 1999–2000 гг. // Метеорол. и гидрол. 2010. № 10. С. 54-63.
3. Зуенко Ю.И., Рачков В.И. Климатические изменения температуры, солености и концентраций биогенных элементов в Амурском заливе Японского моря // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 186-199. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-183-186-199.
4. Жабин И.А., Дмитриева Е.В., Кильматов Т.Р., Андреев А.Г. Влияние ветровых условий на изменчивость апвеллинга у побережья Приморья (северо-западная часть Японского моря) // Метеорол. и гидрол. 2017. № 3. С. 58-67.
5. Кошелева А.В., Ярошук И.О., Храпченков Ф.Ф. и др. Апвеллинг на узком шельфе Японского моря в 2011 г. // Фундам. и прикл. гидрофизика. 2021. Т. 14. № 1. С. 31-42. DOI: 10.7868/S2073667321010032.
6. Храпченков Ф.Ф., Ярошук И.О., Кошелева А.В., Дубина В.А. Ветровой апвеллинг в заливе Петра Великого по спутниковым и морским наблюдениям // Исслед. Земли из космоса. 2014. № 3. С. 33-40. DOI: 10.7868/S0205961414020067.
7. Тищенко П.П., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б. и др. Роль даунвеллинга/апвеллинга в формировании/разрушении гипоксии придонных вод Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 156-165. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-183-156-165.
8. Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б. и др. Особенности распределения гидрохимических параметров Уссурийского залива (Японское море) в летний период // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 152-168.
9. Prego R. Biogeochemical pathways of phosphate in a Galician Ria (north-western Iberian Peninsula) // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1993. Vol. 37. Iss. 5. P. 437-451. DOI: 10.1006/ecss.1993.1066.
10. Mackas D. L. and Harrison P.J. Nitrogenous nutrient sources and sinks in the Juan de Fuca Strait/Strait of Georgia/Puget Sound estuarine system: Assessing the potential for eutrophication // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1997. Vol. 44. Iss. 1. P. 1-21. DOI: 10.1006/ecss.1996.0110.
11. Colbert D. and McManus J. Nutrient biogeochemistry in an upwelling-influenced estuary of the Pacific northwest (Tillamook Bay, Oregon, USA) // Estuaries. 2003. Vol. 26. № 5. P. 1205-1219. DOI: 10.1007/BF02803625.
12. Schlitzer R. Ocean Data View. <http://odv.awi.de>, 2024.
13. Pollard J.H. A handbook of numerical and statistical techniques: with examples mainly from the life sciences. N.Y.: Cambridge Univ. Press, 1979. 368 p.