

ВЛИЯНИЕ АПВЕЛЛИНГОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРАЛОВОГО ПРОМЫСЛА ШПРОТА В ВОДАХ УКРАИНЫ

Р.В. Боровская, В.А. Шляхов

Южный научно-исследовательский
институт морского рыбного хозяйства
и океанографии

г. Керчь, ул. Свердлова, 2
E-mail: yugniro@kerch.com.ua

Районы постоянно действующего апвеллинга в Мировом океане отличаются высокой биологической продуктивностью. По данным многолетних спутниковых наблюдений исследованы особенности черноморского апвеллинга в районах промысла шпрота. Выявлено соответствие между показателем интенсивности апвеллинга и характеристиками промысловых уловов шпрота в районах его добычи.

Введение. К особо актуальным проблемам промысловой океанографии относятся исследования процессов водообмена между шельфом и глубоководной частью океанов и морей. Наиболее эффективные механизмы, реализующие подобного рода водообмен, связаны с прибрежным апвеллингом, который приводит к формированию локальных областей высокой биологической продуктивности.

Области в Мировом океане, где наблюдается апвеллинг, являются наиболее биопродуктивными [1, 2].

В Мировом океане выделено несколько стационарных прибрежных апвеллингов, связанных с основными пограничными течениями океанов.

Так, в Тихом океане выделяют Калифорнийский (июнь-август), Перуанский апвеллинг (круглый год), апвеллинги у берегов Новой Зеландии, в проливе Дрейка.

В Атлантическом океане – это Канарский (20 – 25° с.ш. – круглый год; 25° с.ш. – июнь-ноябрь; 20° с.ш. – январь-март), Бенгельский апвеллинг (ноябрь-февраль), апвеллинги у берегов Южной Африки, Восточной Бразилии, Пиренейского полуострова, Новой Шотландии, у северного побережья Гвиней-

ского залива (июнь-сентябрь), вдоль побережья Карибского моря.

В Индийском океане выделяют Сомалийский апвеллинг (июнь-сентябрь), апвеллинги у побережья Аравийского полуострова (июнь-сентябрь), Индостана (январь-март), Северо-Западной Австралии (январь-март), Андаманских островов, острова Ява, у берегов Бирмы и Вьетнама.

В Северном Ледовитом океане, а также в Южном полушарии у кромки льда выделяют нехарактерный апвеллинг. Особенностью данного апвеллинга является то, что на поверхность из глубины моря поднимается не холодная, а теплая вода. Есть основания думать, что такой апвеллинг может прослеживаться на северных окраинах сибирских арктических морей.

Планомерное изучение апвеллинга началось с проведения ряда крупных океанографических экспериментов. Самые большие исследования прибрежного апвеллинга проводились по программе «Исследование экосистемы прибрежного апвеллинга» (CUEA) в рамках Международной программы по изучению океана (IDOE). В результате проведения исследований по данной программе были получены натурные данные по апвеллингу в районах интенсивного рыбного промысла в прибрежных водах штата Орегон (США), северо-западной Африки и Перу. Кроме программы CUEA проводились и такие эксперименты как PLN-75, «LION-77» в Средиземном море, «Auftrieb-72», «Auftrieb-75», «Auftrieb-77» у берегов северо-западной Африки, CODE («Эксперимент по динамике прибрежной зоны») у западного побережья Северной Америки, ESACKAN в районе Перуанского апвеллинга, программа OPUS («Программа по изучению структуры апвеллинга»). Все полученные данные по результатам всех выше перечисленных программ и экспериментов дали возможность выявить характерные особенности прибрежного апвеллинга различных районов Мирового океана, а также построить аналитические и численные модели апвеллингов в пограничных областях океана [1].

Явление апвеллинга наблюдается не только в открытом океане, но во многих

замкнутых и окраинных морях. Например, в Карибском море подъем глубинных вод на поверхность отмечается в августе. В Средиземном море апвеллинг проявляется с июня по август. Отмечается также апвеллинг в Каспийском и Черном море [4 – 6].

Черноморский апвеллинг, как и апвеллинг в других морях и океанах, обусловлен компенсационным притоком глубинных вод к берегу при оттоке поверхностных вод в мористую область вследствие сгонных ветров или течений. Подъем вод более интенсивен в прибрежной зоне. Развитие апвеллинга, в свою очередь, вызывает соответствующей силы биологические последствия в виде изменений состава населения в зоне его влияния. Районы постоянно действующего активного черноморского апвеллинга отличаются высокой биологической продуктивностью, здесь обитают плотные скопления рыб и других объектов промысла.

В ряде работ был рассмотрен механизм образования апвеллинга, пространственно-временная изменчивость его характеристик [7, 8], влияние апвеллинга на промысловые характеристики [9]. Последние годы (2002-2007) можно охарактеризовать как период массового изучения апвеллинга в Черном море. Так, детальное описание характеристик прибрежного черноморского апвеллинга с анализом межгодовой изменчивости его интенсивности на основе многолетних исследований данных, полученных с ИСЗ, в 2005 г. дано в работе [9]. В этом же году апвеллингу в прибрежной зоне Черного моря была посвящена работа [10].

Детальному рассмотрению и описанию подверглись климатические характеристики и их изменчивость апвеллинга у побережья ЮБК в работе [11].

Комплексное исследование на основании экспериментальных данных влияния глубинной воды, поднимающейся при апвеллинге, на фитопланктон, бактериопланктон, зоопланктон и личинок рыб проводилось В.Н. Безносковым и А.Л. Суздаевой в начале XXI века. Ими было установлено, что подъем глубинных вод не только способствует повышению биопродуктивности водоема, но

и может вызвать гибель организмов, обитающих в поверхностном слое моря.

Промысловая значимость апвеллинговых фронтов в Черном море и возможность использования информации о них в целях оперативного рыбного поиска и эффективного промысла показана в работе [1].

Целью же настоящей работы является исследование особенностей черноморского апвеллинга и его влияния на производительность тралового промысла шпрота в водах Украины.

Материалы и методика. В качестве базовых информационных материалов по изучению явления апвеллинга в Черном море использовались снимки с 1996 по 2009 гг., полученные в ЮгНИРО с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии NOAA в инфракрасном (ИК) и видимом диапазонах спектра с помощью станции приема и обработки спутниковой информации SU-8 (фирма FURUNO). Дешифрирование снимков проводилось согласно существующим методикам [12].

Для каждого апвеллинга определялись следующие характеристики:

- наименьшая ($Ш_{\min}$) и наибольшая ($Ш_{\max}$) ширина;
- протяженность ($П_{\text{апв}}$);
- температура поднявшейся воды (T_{\min}) и температура окружающих вод ($T_{\text{окр}}$).

Кроме того, для каждого случая апвеллинга рассчитывались следующие показатели:

- площадь апвеллинга ($S_{\text{апв}}$):
$$S_{\text{апв}} = (Ш_{\min} + Ш_{\max}) / 2 * П_{\text{апв}}$$

- показатель «холодозапаса»
$$X_{\text{зап}} = (T_{\text{окр}} - T_{\min}) * S_{\text{апв}}$$

Затем на основании полученных данных рассчитывались среднемесячные величины показателя «холодозапаса».

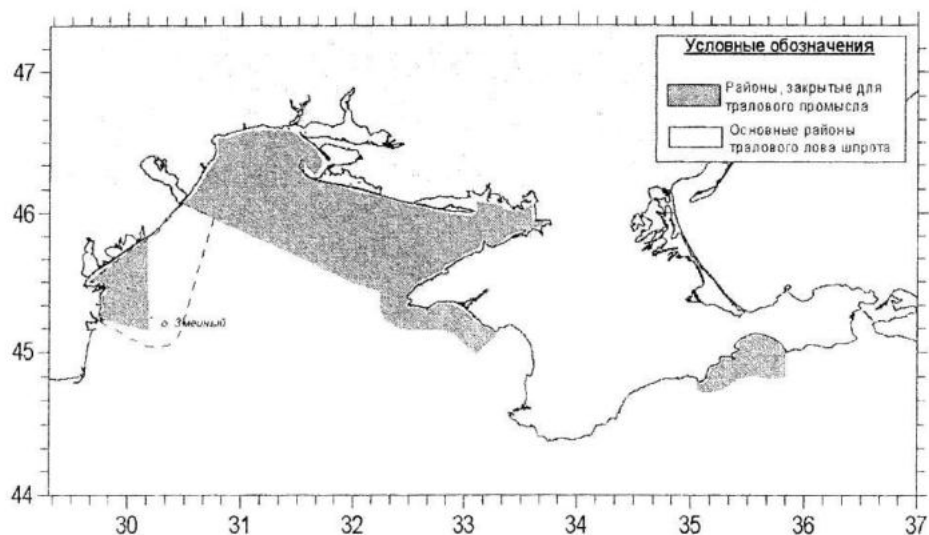
Данные по вылову шпрота в 1996-2009 гг. взяты из ежегодно представляемой в ЮгНИРО информации органами рыбоохраны Госкомрыбхоза Украины.

Обсуждение результатов. Роль апвеллинга в Черном море выражается, прежде всего, в повышении биопродуктивности в прибрежных районах моря. Большая интенсивность апвеллинга в Черном море по сравнению с апвеллингами других замкнутых водоемов объяс-

няется особенностями вертикальной гидрологической структуры вод, а также более резкими горизонтальными градиентами температуры, солености и плотности воды во фронтальной зоне апвеллинга в Черном море. В то же время прибрежный апвеллинг Черного моря по сравнению с апвеллингом в открытом океане характеризуется меньшими пространственными масштабами, подъемом вод со значительно меньших глубин, но большей интенсивностью. Наиболее часто прибрежный апвеллинг в Черном море продолжается от 2 до 10 суток с перепадом температуры от 3 до 9 °С и наиболее ярко наблюдается в период с мая по сентябрь. Средняя ширина зоны прибрежного апвеллинга в исследуемых районах колеблется в пределах 1 – 24 миль. Однако по северу Каркинитского залива, в районе мысов Тарханкут и Сарыч отмечаются локальные выбросы холодных вод далеко в море на расстояние до 90 миль. Как правило, подъем вод происходит с горизонтов нижней границы сезонного термоклина (20 – 40 м), иногда и с более глубоких горизонтов. Это вызывает появление на поверхности вблизи берега вод холодного промежуточного слоя с температурой 7 – 8 °С и соленостью 18,0 – 18,4 ‰. Горизонталь-

ные градиенты температуры достигают значений 1–2 °С/км. Подъем глубинной воды способствует уменьшению вертикальной устойчивости вод у берега в 5–15 раз и формированию фронтальной зоны апвеллинга. Вертикальная стратификация вод после разрушения апвеллинга становится более резкой, чем перед началом апвеллинга [7, 10, 13].

В районах существования апвеллинга на северо-западном шельфе Черного моря, а также в черноморских прибрежных водах южного Крыма образуются скопления промысловой рыбы – шпрота – одного из наиболее массовых видов черноморских рыб. В украинских водах его запас в последние 5 лет колебался в пределах 100 – 440 тыс. т (по оценкам ЮгНИРО), а вылов – 18 – 36 тыс. т. Основные районы тралового промысла шпрота показаны на рис. 1. Долгое время шпрот облавливался ставными неводами в узкой прибрежной зоне до глубин 7 – 10 м, так как считалось, что он не образует скоплений, пригодных для эффективного тралового лова. Совершенствование техники и методики поисковых исследований позволило обнаружить промысловые скопления шпрота на шельфе моря [13].



Р и с. 1. Основные районы промысла черноморского шпрота в водах Украины

Нерестится шпрот, в основном, с октября по март [14]. Образуемые им в этот период незначительные скопления, как правило, нестабильны [15].

В украинском секторе Черного моря распределение промысловых скоплений во многом определяется ветровой дея-

тельностью. Изменяя термическую стратификацию вод, нагонные ветры способствуют миграции скоплений шпрота на большие глубины, тогда как при сгонных ветрах косяки шпрота вместе с придонными слоями воды смещаются в направлении к берегу [13].

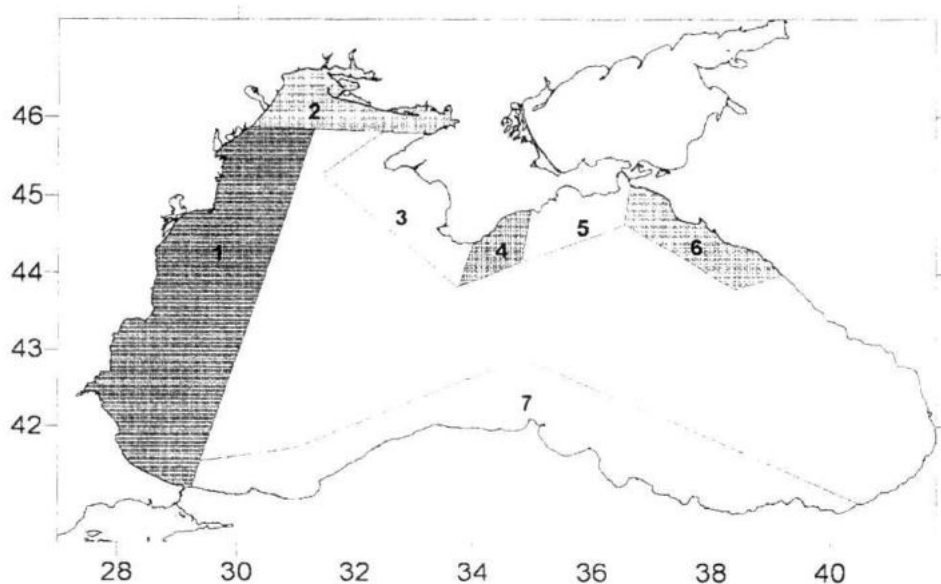
Роли апвеллинга применительно к промыслу шпрота уделялось много внимания. Как ранее отмечалось, зоны апвеллинга являются наиболее продуктивными как в Мировом океане, так и во многих морях, включая Черное море. Однако ряд авторов отмечают и отрицательное воздействие подъема вод. Так, по мнению Б. Н. Панова [16] в 1983 и 1990 гг. отмечалось наибольшее распределение вод на северо-западе моря, именно в те годы, когда отмечено максимальное развитие апвеллингов. Промысловая обстановка в этом районе была крайне сложной.

Привлечение регулярных спутниковых данных позволило провести детальный анализ зон апвеллинга в районе нереста и промысла шпрота в водах Украины, по условному показателю холодозапаса выявить межгодовую изменчивость. Данные холодозапаса шести районов апвеллинга (западного, северного и восточного северо-западной части моря, ялтинского, феодосийского, новороссийского, рис. 2), сопоставлялись с общим выловом в водах Украины.

Количество используемых снимков по районам представлено в табл. 1.

Апвеллинг у побережья Турции не учитывался, так как рыбодобывающий флот Украины в этом районе промысел шпрота не ведет. Наибольшая интенсивность апвеллинга, характеризующаяся величиной холодозапаса, отмечалась в 1996, 2000, 2003, 2006 и 2008 гг. В эти годы прослеживалось снижение уловов шпрота. Так, например, при увеличении холодозапаса от 6907 (2002 г.) до 75492 °C/миля² (2003 г.) уловы шпрота были на 14064 т меньше. В годы снижения или наименьшей интенсивности апвеллинга наблюдалось повышение уловов шпрота либо они достигали максимальных величин – 1998, 2001 – 2002, 2005 гг., рис. 3.

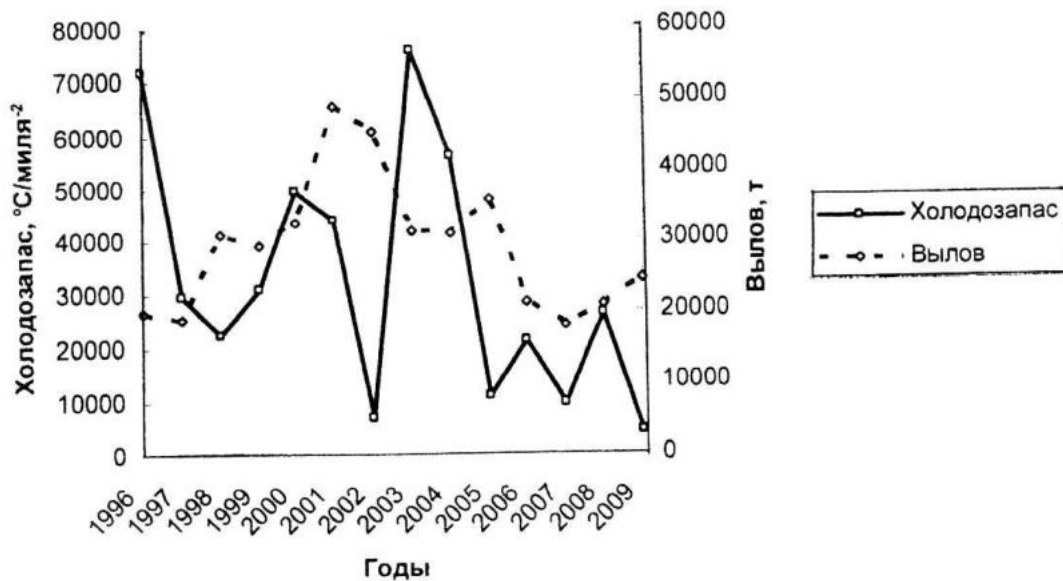
Нарушение соответствия между интенсивностью апвеллинга и величиной вылова отмечалось с 2007 г. Однако, следует отметить, что в последние годы промысел шпрота Украиной стал низкопродуктивным. Обострились проблемы сбыта шпрота в самые продуктивные для добычи месяцы – с мая по сентябрь из-за роста цен на топливо и конкуренции с массово поступающей на рынок мелкой прибалтийской рыбой. Это привело к снижению промысловой активности и потерям вылова, что для 2006 – 2009 гг. отчетливо прослеживается на рис. 3 и [17, рис. 2].



Р и с. 2. Карта-схема акватории Черного моря с выделенными районами апвеллинга:
1 – западный; 2 – север северо-запада; 3 – восток северо-запада;
4 – ялтинский; 5 – феодосийский; 6 – новороссийский; 7 – турецкий

Количество дней с апвеллингами

Годы	Районы						Сумма V-IX
	Западный	Север северо-западной части	Восток северо-западной части	Район Ялты	Район Феодосии	Район Новороссийска	
1996	17	27	35	7	13	5	104
1997	8	7	11	7	10	6	49
1998	10	8	6	2	6	4	36
1999	-	-	-	-	-	-	-
2000	4	14	13	5	11	7	54
2001	10	11	16	2	17	10	66
2002	1	4	6	1	6	6	24
2003	13	24	20	10	20	10	97
2004	9	14	13	5	5	3	49
2005	3	4	2	2	2	2	15
2006	3	11	12	6	6	7	45
2007	22	32	9	8	8	4	83
2008	4	13	13	0	5	1	36
2009	4	25	10	1	2	0	42
Сумма	108	194	166	56	111	65	700



Р и с. 3. Динамика развития апвеллинга и вылова шпрота в украинских водах Черного моря в 1996 – 2009 гг.

Выводы. Выявлено соответствие между условным показателем холодозапаса, характеризующего интенсивность апвеллинга, и выловом шпрота в украинских водах Черного моря – в годы наибольшей интенсивности подъема вод происходило снижение уловов шпрота и наоборот. Нарушение закономерности

после 2006 г. вероятно связано со снижением промысловой активности на траловом лове шпрота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочиков В.Н. Локальные подъемы вод и их влияние на биопродуктив-

- ность различных районов Мирового океана. – М., 1980. – 57 с.
2. *Грузинов В.М.* Гидрология фронтальных зон Мирового океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 87 с.
 3. *Брянцев В.А.* Физические предпосылки рыбопромысловой продуктивности морских экосистем: дис.11.00.08 – океанология на соискание ученой степени доктора геогр. наук / Брянцев Валентин Алексеевич. – Л., 1990. – 286 с.
 4. *Архипкин В.С., Еремеев В.Н., Иванов В.А.* Апвеллинг в пограничных областях океана. – Севастополь, 1987. – 45 с.
 5. *Архипкин В.С., Косарев А.Н.* Апвеллинг в прибрежных экосистемах Черного и Каспийского морей // Диагноз состояния экосистемы Черного моря и зоны сопряжения суши и моря. Сборник трудов научной конференции. – Севастополь, 1997. – 147 с.
 6. *Доценко С.А., Рубан И.Г., Тучковенко Ю.С.* Прибрежный ветровой апвеллинг в Одесском районе северо-западной части Черного моря и его влияние на гидрохимический режим прибрежных вод // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей // Тезисы докладов Международной научной конференции (Крым, Донузлав, 13-16 сентября 2005 г.). – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2005. – 195 с.
 7. *Гинзбург А.И., Костяной А.Т., Соловьев Д.М., Станичный С.В.* Прибрежный апвеллинг в северо-западной части Черного моря // Исследование Земли из Космоса. – 1997. – № 6. – С. 66 – 72.
 8. *Гинзбург А.И., Костяной А.Т., Соловьев Д.М., Шеремет Н.В.* Структура апвеллинга у западного побережья среднего Каспия (по спутниковым наблюдениям) // Исследование Земли из Космоса. – 2005. – № 4. – С. 76-85.
 9. *Боровская Р.В., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Лексикова Л.А., Кириллова М.В.* Прибрежный черноморский апвеллинг и межгодовая изменчивость его интенсивности // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2005. – Вып. 12. – С. 42 – 48.
 10. *Иванов В.А., Лисиченко А.Д., Серебряный А.Н.* Внутренний апвеллинг в прибрежной зоне Черного моря // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей // Тезисы докладов Международной научной конференции (Крым, Донузлав, 13 – 16 сентября 2005 г.). – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2005. – 195 с.
 11. *Ловенкова Е.А., Полонский А.Б.* Климатические характеристики апвеллинга у побережья Крыма и их изменчивость // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 5. – С. 44 – 52.
 12. *Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей.* Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 59 – 100.
 13. *Серобаба И.И., Домашенко Г.П., Юрьев Г.С. и др.* Промысловое описание Черного моря: АзчерНИРО: раздел: Характеристика промысловых объектов: Описание промысловых районов. – М.: ГУ навигации и океанографии Министерства обороны для министерства рыбного хозяйства СССР, 1988. – С. 48 – 96.
 14. *Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей: Справочное пособие / под ред. В.Н. Яковлева.* – Керчь: [Б. и.], 1995. – 64 с.
 15. *Сырьевые ресурсы Черного моря / Отв. ред. К.С. Ткачева, Ю.К. Бенко.* – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 323 с.
 16. *Панов Б.Н.* Гидрометеорологические предпосылки эффективности промысла хамсы и шпрота в Черном море: дис. 11.00.08 – океанология на соискание ученой степени кандидата геогр. наук / Панов Борис Николаевич. – Керчь: ЮгНИРО, 1995. – 193 с.
 17. *Шляхов В.А., Гришин А.Н.* Состояние планктонных сообществ и промысла пелагических рыб в Черном море после вселения гребневиков *MNEMIOPSIS LEIDYI* и *BEROE OVATA* // Рыбное хозяйство Украины. – 2009. – № 5(64). – С. 53 – 61.