

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора географических наук Кровнина Андрея Сергеевича
на диссертационную работу Мартина Васкеза Джимми Хуана на тему
«ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРУАНСКОГО
АПВЕЛЛИНГА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОПУЛЯЦИЮ АНЧОУСОВ,
представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук
по научной специальности **1.6.17. Океанология (географические науки)**

Актуальность темы диссертации. В области Перуанского апвеллинга (ПА), занимающего около 0,02 % площади Мирового океана, добывается около 20 % мирового улова рыбы. Он имеет огромное экономическое значение для населения Перу и обеспечивает до 25 % экспортных доходов страны. Изучению процессов в области ПА и его рыбопромысловой активности за рубежом придается очень большое значение. Однако в российских научных публикациях ПА уделяется недостаточно внимания. В диссертации автора приводится список литературы из 212 источников, причем подавляющее большинство из них принадлежит зарубежным авторам. При этом юго-восточная часть Тихого океана является одним из перспективных районов отечественного рыболовства. Поэтому актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

Задачи работы. Диссертация соискателя посвящена установлению основных крупномасштабных закономерностей абиотических параметров (температуры поверхности океана и интегрального индекса апвеллинга), оказывающих принципиальное влияние на формирование биологической продуктивности в области Перуанского апвеллинга, методами одномерного и многомерного статистического анализа, построению многомерных статистических моделей вылова анчоуса с использованием абиотических характеристик с оценкой их прогностических возможностей. Хочу отметить, что в данной работе были заимствованы некоторые идеи из монографии «Канарский апвеллинг: изменчивость и прогноз температуры воды» (Малинин, Чернышков, Гордеева, 2002). Это подчеркивает преемственность исследований в области промысловой океанологии.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка рисунков, таблиц и списка использованной литературы. Полный объем диссертации составляет 150 страниц с 53 рисунками и 14 таблицами.

Во **Введении** обосновывается актуальность темы исследования, поставлены цель и задачи работы, обсуждается научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы, представлен личный вклад автора и изложены положения, выносимые на защиту. Приведен перечень публикаций (всего 7, в том числе 3 в журналах, входящих в Перечень ВАК, а также 4 в сборниках материалов международных и всероссийских конференций).

В **Главе 1** Перуанский апвеллинг рассматривается как высокопродуктивный район Мирового океана. В ней приводится обзор современного состояния изученности системы прибрежного апвеллинга Перу-

Чили, общая информация о значении ПА для экономики Перу, а также детальное описание анчоуса как основного вида рыб в системе прибрежного апвеллинга Перу-Чили.

Глава 2 содержит сведения об исходных данных и статистических методах, используемых в работе. В качестве абиотических факторов использовались значения температуры поверхности океана (ТПО) и скорость ветра в приводном слое над океаном, необходимого для определения глубины трения и интегрального индекса апвеллинга по теории Экмана. Оценки среднемесячных значений ТПО были выбраны из базы данных GODAS за период 1980-2020 гг. в географической одноградусной сетке, а зональные и меридиональные значения ветра в узлах сетки $1,8^\circ \times 1,8^\circ$ заимствованы из архива реанализа NCEP/DOE AMIP-II (Reanalysis-2) за период 1980-2020 гг. В этой же главе излишне подробно рассмотрены многомерные статистические методы, которые, исключая малоизвестный метод деревьев решений (decision trees), довольно подробно приводятся во многих публикациях.

В **Главе 3** обсуждаются особенности распределения линейных трендов среднемесячных и годовых значений ТПО на акватории ПА, приводятся результаты районирования акватории ПА по межгодовой изменчивости температуры поверхности океана с помощью комплекса методов многомерного статистического анализа, а также кратко дается обзор влияния явления Эль-Ниньо на систему Перуанского апвеллинга.

В **Главе 4** довольно подробно обосновывается использования теории Экмана для оценки вертикального потока водной массы на глубине трения, который и представляет собой апвеллинг. Для выделенных на акватории ПА 11 прямоугольных районов по данным зональной и меридиональной компонент ветра рассчитывается дивергенция потока водной массы от поверхности океана до глубины трения, величина которой рассматривается как индекс апвеллинга. Подробно обсуждается его пространственно-временная изменчивость за период 1980-2020 гг., наличие линейных трендов и взаимосвязь между индексом апвеллинга, глубиной трения и ТПО для 11 районов Перуанского апвеллинга.

Наконец, **Глава 5** посвящена построению физико-статистических моделей и долгосрочному прогнозу индекса *CPUE*, представляющего собой величину улова анчоуса на единицу рыболовного усилия, косвенно характеризующего его биомассу, на основе рассмотренных в предыдущих главах абиотических факторов – индекса апвеллинга и ТПО. С этой целью использовались 2 метода многомерной статистики: множественная линейная регрессия (МЛР) и метод деревьев решений. Значения индекса апвеллинга и ТПО брались для 11 выделенных на акватории ПА районов за 1980-2020 гг. Рассматриваются пошаговые модели, их точность и возможность применения в прогностических целях.

Научные результаты и их обсуждение. Подкупает четкое структурирование работы: изложение задач, положений, выносимых на защиту, научной новизны, подробных научных выводов, которые составляют единую совокупность результатов, полностью связанных друг с другом. В результате полученные результаты хорошо обоснованы методически и полностью

отражают содержание диссертации. В результате исследования были получены новые результаты, которые представлены в положениях, выносимых на защиту. Рассмотрим их по порядку, отметив достоинства и недостатки.

1. Особенности распределения трендов температуры поверхности океана (ТПО) на акватории Перуанского апвеллинга (ПА).

На всей акватории Перуанского апвеллинга практически в течение круглого года отмечаются отрицательные линейные тренды ТПО, достигающих максимальных значений в основном в узкой прибрежной полосе северной части ПА между 6° и 16° ю.ш. По мнению автора, причиной формирования отрицательных трендов служит комплекс причин, среди которых наиболее значимыми являются усиление холодного Перуанского течения за счет усиления северной ветви Антарктического циркумполярного течения (АЦТ), формирующей холодное Перуанское течение и рост интенсивности апвеллинга, наиболее ярко выраженный вблизи побережья Перу. В принципе, с указанными причинами можно согласиться. Но если роль апвеллинга в усилении Перуанского течения довольно хорошо известна, то усиление северной ветви АЦТ в большей степени предположение, основанное на интенсификации зональной циркуляции атмосферы. Очевидным недостатком также является название этого положения, сформулированного чересчур кратко и недостаточно конкретно.

2. Районирование акватории ПА по межгодовой изменчивости ТПО методами многомерного статистического анализа (МСА).

Автором впервые выполнено районирование Перуанского апвеллинга по межгодовой изменчивости ТПО с помощью факторного и кластерного методов многомерного статистического анализа. Это позволило разбить акваторию ПА из 216 точек на 4 квазиоднородных района. По максимальным факторным нагрузкам в каждом районе определены центры кластеров, для которых рассчитаны статистические параметры и оценена межгодовая изменчивость ТПО. По сути, межгодовая изменчивость ТПО с достаточно высокой точностью (93 % дисперсии исходного поля) может быть описана всего 4 точками ТПО. Недостаток: не очень понятно как выполнялось «устранение некоторой неопределенности в проведении границ между районами, т.е. какое число точек ТПО подверглось переходу из одних районов в другие.

3. Закономерности пространственно-временной изменчивости интегрального индекса апвеллинга, рассчитанного на основе теории Экмана, позволяющего учитывать вертикальный поток массы на уровне глубины трения.

Впервые в работе показаны особенности пространственно-временной изменчивости интегрального индекса апвеллинга, позволяющего учитывать вертикальный поток водной массы на уровне глубины трения для 11 выделенных на акватории ПА районов. Показано, что для большинства районов ПА отмечаются положительные тренды в изменениях глубины трения и индекса апвеллинга, что означает увеличение глубины трения и усиление апвеллинга.

4. Статистические модели вылова анчоуса по абиотическим характеристикам и оценка возможности их использования в целях прогноза.

Впервые построены статистические модели вылова анчоуса по абиотическим показателям (ТПО и индекс апвеллинга) на основе моделей множественной линейной регрессии и деревьев решений. Показана их высокая точность. На 5 шаге модели МЛР переменные описывают 88 % дисперсии CPUE, причем модель ДР достигает такой точности уже на 3 шаге. Независимый прогноз CPUE на 2021—2024 гг. показал, что наиболее точные оценки дает модель ДР, в соответствии с которым для 3 лет прогноз CPUE был успешным и только 2021 год не отвечал критерию среднеквадратичного отклонения. Показано, что метод ДР имеет преимущества перед МЛР в точности описания CPUE, в визуализации получаемых результатов, более понятной их интерпретации и лучших результатов в прогнозировании CPUE.

Таким образом, по каждому положению, выносимому на защиту, впервые получены новые научные результаты. Но самый важный итог состоит в том, что научные результаты всех четырех положений были сформулированы автором в виде единого тезиса: «впервые представлен комплексный анализ основных абиотических факторов (температуры поверхности океана и интегрального индекса апвеллинга), их взаимосвязь, построение статистических моделей и их выход на прогноз биомассы анчоуса». Кроме того, важное практическое значение этой диссертации состоит в том, что ее результаты могут быть использованы, очевидно, в морском институте Перу (IMARPE) для долгосрочного прогноза величины индекса CPUE, являющегося косвенным индексом биомассы анчоуса.

В то же время дополнительно к уже отмеченным выше недостаткам, можно отметить еще ряд других.

- пропущено название 3 главы и раздела 4.2;
- некоторая неряшливость в оформлении работы, особенно в оформлении рисунков, на что автору указано лично. В частности, в подписи к рисунку 3.15 отсутствуют указания на рис. 3.15а и 3.15б, на которых приведены распределения аномалий ТПО для февраля-марта 1925 и 1983 гг., соответственно;
- несоответствие выходных данных в автореферате и диссертации (149 и 150 стр, 213 и 212 источников);
- на стр. 37 первый и второй абзацы практически дублируют друг друга;
- на стр. 98 не очень понятна первая фраза первого абзаца: «Экосистема «снизу вверх» относится к экологической концепции, в которой экосистемы в первую очередь регулируются доступностью питательных веществ, света или воды, которые влияют на первичную продукцию ...». Доступность какой воды здесь имеется ввиду ?

Заключение на диссертационную работу.

Указанные выше недостатки носят частный характер и никак не влияют на итоговое положительное мнение по рассматриваемой работе. Результаты диссертации подтверждают профессиональную квалификацию автора как специалиста в области прибрежной океанологии, поскольку полученные им

результаты, имеют существенное значение для промысловой океанологии. Тема диссертационного исследования и его содержание отвечает требованиям паспорта специальности ВАК 1.6.17 – Океанология, при этом автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Безусловно, диссертационная работа Мартина Васкеза Джимми Хуана на тему «Изменчивость абиотических характеристик Перуанского апвеллинга и их влияние на популяцию анчоусов» соответствует требованиям пп. 9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Соискатель Мартина Васкез Джимми Хуан заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по научной специальности ВАК 1.6.17 – Океанология (географические науки).

Официальный оппонент:

Кровнин Андрей Сергеевич.

доктор географических наук (специальность: 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)), начальник Отдела динамики климата и водных экосистем Государственного научного центра Российской Федерации, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Контактные данные:

Адрес: 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»

Тел.: +7(499) 369-03-37 (раб.); +7(903) 662-18-90 (моб.)

E-mail: akrovnin@vniro.ru



«23» декабря 2025 г.

Согласие на обработку персональных данных

Я, Кровнин Андрей Сергеевич, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты кандидатской диссертации Мартина Васкез Джимми Хуана, в том числе на размещение их в сети Интернет.

«23» декабря 2025 г.



/Кровнин А.С./

Подпись Кровнина Андрея Сергеевича заверяю:

Ученый секретарь Государственного научного центра Российской Федерации, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», кандидат технических наук, доцент



Сытова Марина Владимировна/

23 декабря 2025 г.