

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора географических наук, профессора Алексева Генриха Васильевича

на диссертацию Кровнина Андрея Сергеевича

«РОЛЬ КРУПНОМАСШТАБНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЯХ
ЗАПАСОВ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата географических наук по специальности

25.00.36 — геоэкология (науки о Земле);

Актуальность диссертации А.С. Кровнина определяется необходимостью научного обеспечения отечественного рыбного промысла на акватории Мирового океана. Мировой океан, занимающий более 70 процентов площади Земли, является дополнительным источником биологических и других ресурсов для социально—экономического развития государства. Развитие технологий для освоения ресурсов Мирового океана предполагает использование и развитие накопленного научно—технического задела, наличие научных знаний и современное информационное обеспечение. Благодаря способности сохранять и перераспределять тепло океан оказывает большое влияние на изменения климата, которые, в свою очередь, влияют на состояние биологических ресурсов. Изучению связей между климатическими изменениями и состоянием промысловых запасов на акваториях Северных частей Атлантического и Тихого океанов и посвящена диссертация.

Ее цель — выявить основные параметры климатических систем северных частей Атлантического и Тихого океанов, которые влияют на колебания запасов ключевых промысловых популяций на временных масштабах от одного до нескольких десятилетий, и оценить ожидаемые

многолетние изменения состояния промышленных объектов в условиях меняющегося климата.

В качестве одной из задач, диссертант поставил систематизацию атмосферных и океанических дальних связей (ДС) Северного полушария, которые определяются как статистически значимые корреляции между гидрометеорологическими характеристиками в удаленных друг от друга районах Земли. Однако, в дальнейшем диссертант распространил это понятие на пространственно-временные структуры (моды, паттерны) в метеорологических полях и полях ТПО. В главе 2 представлено детальное описание этих структур - («дальних связей» по терминологии диссертанта), представляющее полное их собрание и показана эффективность использования при установлении зависимостей между аномалиями в атмосфере и океане.

В главе 3 исследована пространственно—временная структура колебаний аномалий температуры поверхности океана (АТПО) в Северной Атлантике и Северной Пацифике, их сопряженность и эволюция в 1957- 2018 гг. Диссертант установил ряд важных особенностей в распределениях АТПО и в связи между ними с помощью методов эмпирических ортогональных функций (ЭОФ) и кластерного анализа. Анализируя АТПО в Северной Атлантике он отмечает связь между Североатлантическим колебанием (САК) и АТПО, предполагая ведущую роль САК. В тоже время очевидно сходство между распределением коэффициентов корреляции между средним зимним индексом Атлантической междекадной осцилляции (АМО) и АТПО (рисунок 2.26) и ЭОФ1 средней зимней АТПО (рис.3.3). На наш взгляд роль САК в формировании структуры полей АТПО преувеличена по сравнению с АМО, которая может быть причиной колебаний САК. Впрочем, это обстоятельство нуждается в дополнительном исследовании. Представляется неудачным разделение на перекрывающиеся периоды 1957-1988 гг. и 1977—2018 гг. для

анализа перестройки полей АТПО от периода относительного похолодания (1957—1987) к периоду глобального потепления (1988—2018).

Интересные результаты получены при ЭОФ-анализе совместных полей АТПО в Северной Атлантике и Северной Пацифике, показавшие ведущую роль АТПО в Пацифике. Отмечено, что рост ТПО на востоке северной части Тихого океана и в центральном районе северной части Атлантического океана начался одновременно в зимний сезон 1976-1977 гг., в период климатического сдвига. В конце 1980-х годов произошел рост ТПО на всей акватории Северной Атлантики и на значительной площади акватории северной части Тихого океана предположительно в результате миграции центров североатлантического колебания в восточном направлении.

В заключительном разделе главы 3 прослежена эволюция климатических процессов в северных частях океанов за последние 70 лет, которая стала основой для составления прогноза развития климатических процессов в северо—западной части Тихого океана и северо-восточной части Атлантического океана на период до середины 2020-х гг.

Глава 4 посвящена важной в прикладном отношении теме влияния климатических изменений на состояние запасов и распределение основных объектов российского промысла. При этом отмечаются сложности и проблемы в определении такого влияния, прежде всего связанные с неустойчивостью связей между абиотическими факторами и биоресурсами. Отмечена успешность подхода Г. К. Ижевского, учитывающего сопряженность крупномасштабной пространственно-временной изменчивости абиотических и биотических параметров. Диссертант последовал этому подходу в своей работе, указав, что ретроспективный анализ климатических режимов и связанных с ними долговременных состояний запасов массовых промысловых объектов, может быть надёжной основой для прогнозирования их будущего состояния.

Исследуя сопряженность крупномасштабных колебаний климатических и биолого-промысловых характеристик, диссертант успешно применил ЭОФ-анализ к ансамблю из 75 рядов климатических и биотических показателей, как в совместном наборе, так и отдельно для климатических и биотических показателей. Применительно к совместному набору это позволило выделить общие моды временной изменчивости климатических и биотических параметров. Во временном ходе первой главной компоненты (ГК1) выделены периоды с положительными значениями с 1970 г. по 1979 г., с отрицательными значениями в 1989—1995 гг. и колебаниями около нуля в 1980 — 1988 гг. и отмечена связь ГК1 с североатлантическим колебанием ($r = - 0,74$, $p < 0,01$).

Коэффициенты корреляции между тремя первыми главными компонентами совместного ансамбля и климатическими и биологическими временными рядами за 1970-1995 годы показали ряд значимых связей между ними. Максимальные значения коэффициентов достигают по абсолютной величине значений 0.80 для связи с климатическими параметрами и 0.71 - с биологическими.

Раздельный анализ рассматриваемых временных рядов (36 физических и 39 биологических рядов) методом главных компонент выявил различия в характере крупномасштабных изменений климатических и биологических параметров. Первая ГК климатических индексов (23,6% общей дисперсии) связана с САК ($r = 0,88$). Изменения второй ГК (19,3%) обусловлены тихоокеанской декадной осцилляцией ($r = 0,87$).

Несмотря на высокие значения коэффициентов корреляции между климатическими и биологическими параметрами, остается вопрос об устойчивости установленных для 1970-1995 гг. связей.

В характере изменчивости климатических и биологических параметров установлено существенное отличие — биологические ряды обнаруживают устойчивость знака от года к году, в то время как

климатические ряды показывают значительную межгодовую изменчивость. Морские экосистемы "демпфируют" межгодовые колебания атмосферных и океанографических характеристик, реагируя на накопленное воздействие.

Далее рассматриваются ведущие климатические факторы, влияющие на состояние основных объектов российского промысла в Северном (Северо—Восточная Атлантика) и Дальневосточном рыбохозяйственных бассейнах. Отмечено, что в популяции северо—восточной арктической трески основной период частых урожайных и сверхурожайных поколений пришелся на 1948-1975 гг., причем за последние 60 лет знак связи менялся дважды.

Период противофазной связи в 1958—1973 гг. совпал с периодом минимальных значений индекса САК, в то время как прямая связь между рассматриваемыми характеристиками в 1974-1993 гг. отмечалась в период роста индекса североатлантического колебания. Увеличение притока атлантических вод в Норвежское и Баренцево моря, ведет к высокой выживаемости и темпам роста трески и, как следствие, к повышенной урожайности ее поколения. С другой стороны, в годы с низким притоком атлантических вод и задержкой икры и личинок над банками у северо—западного побережья Норвегии и в западной (более теплой) части Баренцева моря повышается выживаемость поколения.

Связь популяции норвежской весенне-нерестующей сельди с климатическими факторами более устойчива, поскольку урожайные поколения связаны с крупномасштабными потеплениями вод в Норвежском и Баренцевом морях.

В Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне «лососевые эпохи» с большими уловами связаны с периодами потепления поверхностных вод северной части Тихого океана. Связь между климатическими изменениями в северной части Тихого океана и ростом численности дальневосточной сардины неоднозначна, что хорошо видно на примере двух «сардинных

эпох» XX века. Первая эпоха в 1920-х — 1930-х гг. совпала с максимумом так называемого «раннего потепления» в Северном полушарии, в то время как окончание второй эпохи 1970-1980—х годов связано с началом нового резкого потепления в северной части Тихого океана в конце 1980-х гг. Новая «сардинная эпоха» начнется в конце 2020-х — начале 2030-х гг. на восходящей ветви отрицательной фазы 60—летнего цикла колебаний АТПО в северной части Тихого океана. Около 2040 г. ее сменит «лососевая эпоха».

Наряду с описанными выше колебаниями запасов с периодом порядка 50-60 лет, для многих основных объектов промысла в СЗТО характерны флуктуации меньшего временного масштаба — порядка 12-18 лет. К их числу относятся восточно-камчатский минтай, минтай северной части Охотского моря, треска северо-западной части Берингова моря. Для восточно-камчатского минтая получена отрицательная корреляционная связь между численностью пополнения запаса и средними зимними АТПО в районах его нереста: более урожайные поколения формируются при развитии отрицательных аномалий ТПО на нерестилищах, и наоборот.

В целом, приведенные в Главе 4 результаты свидетельствуют, что многолетние изменения запасов ключевых промысловых объектов могут в значительной степени определяться как региональными климатическими процессами, так и являться следствием взаимодействия климатических систем северных частей Атлантического и Тихого океанов.

В заключительном разделе главы рассмотрены некоторые геоэкологические аспекты долгосрочного прогнозирования состояния сырьевой базы российского промысла, поскольку знания о состоянии запасов основных промысловых видов рыб в отдаленной перспективе важны для стратегического планирования. Полученные эмпирические (статистические) связи между биологическими и климатическими параметрами, основанные на ретроспективном анализе временных рядов различной продолжительности, практически не учитывают современный

тренд к потеплению поверхностных вод северных частей Атлантического и Тихого океанов и прилегающих к ним районов Арктики. Проявлением тренда может быть смещение наиболее высоких уловов к побережью Камчатки, т.е. вблизи северной границы ареала лососей. У южной границы ареала, на охотоморском побережье о. Хоккайдо, Южном Сахалине и, в какой—то мере, у Южных Курил, уловы снижаются. Такая ситуация может сохраниться в ближайшие годы и должна учитываться при размещении лососевых рыбоводных заводов. Следует учитывать также, что наблюдаемое в настоящее время повышение температуры поверхностных вод океанов и морей провоцирует сдвиги в распределении промысловых видов, как правило, в сторону полюса, и/или в более глубокие воды вслед за проникновением на север более теплолюбивых видов зоопланктона. Такие сдвиги влияют на биологические взаимодействия и, как следствие, на функционирование морских экосистем.

В заключении диссертации подводятся итоги и отмечаются основные результаты. Среди них особенно важно выявление климатических факторов, определяющих многолетние колебания ключевых объектов российского промысла, уровня их пополнения и запасов.

Установлено, что многолетние изменения запасов могут в значительной степени определяться как региональными климатическими процессами, так и являться следствием взаимодействия климатических систем северных частей Атлантического и Тихого океанов. На этой основе предложен прогноз изменений в состоянии запасов некоторых массовых объектов российского промысла на период до 2035 г.

Интересным климатическим результатом является положение о двух модах взаимодействия между климатическими процессами в Северной Атлантике и Северной Пацифике. «Западная» мода отражает влияние Северной Пацифики на климат Северной Атлантики. При «восточной» моде климатические изменения из Северной Атлантики распространяются в западную половину Северной Пацифики.

Диссертационное исследование выполнено в традициях прикладных научных исследований для нужд рыбохозяйственного комплекса. Его климатическая часть направлена на выявление влияющих климатических факторов, при этом предполагается ведущая роль атмосферной изменчивости на крупномасштабную динамику структур в полях ТПО. Оппонент придерживается предположения о ведущей роли океанской динамики на формирование крупномасштабных изменений атмосферных структур, поскольку в атмосфере нет собственных механизмов для формирования колебаний с периодом более 2-3 месяцев. Это расхождение во взглядах является предметом дискуссии и не влияет на достоверность результатов диссертации. Диссертант упоминает об отсутствии учёта современного тренда к потеплению ТПО как результата глобального потепления и не использует сценарные прогнозы роста температуры. Некоторые замечания сделаны также в тексте отзыва.

В целом диссертационное исследование А.С. Кровнина является важным вкладом в научное обеспечение отечественного рыболовного промысла в акваториях Северной Атлантики и Северной части Тихого океана, которые являются основными источниками уловов. Полученные результаты, сформулированные на их основе научные положения, вынесенные на защиту, выводы и рекомендации для использования в практике рыбохозяйственного планирования основаны на тщательном и квалифицированном анализе значительного объема климатических данных и биологических показателей. Многие из выводов получены впервые.

Полученные результаты обильно проиллюстрированы в тексте диссертации.

По теме диссертации опубликовано 37 работ, из которых 12 статей - в рецензируемых научных журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ, представлено более 50 сообщений на отечественных и международных научных семинарах и конференциях. В составе МГЭИК в 2007 г. награжден Нобелевской Премией Мира.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная народно-хозяйственная задача исследования связи между биолого-промысловыми параметрами состояния популяций ключевых объектов отечественного рыболовного промысла и оценки тенденций в изменении промысловых запасов. Диссертация полностью соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней. Автореферат соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Считаю, что диссертация Андрея Сергеевича Кровнина, в которой получены важные для отечественного рыболовного промысла и новые фундаментальные научные результаты, отвечает требованиям, предъявляемым к докторской диссертации по специальности 25.00.36 — геоэкология (науки о Земле).

Официальный оппонент:

доктор географических наук, профессор,
зав. отделом взаимодействия океана и атмосферы
ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», 199397 Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38.
Тел.+7 (812)3373146 раб., +7 9217412060 моб., e-mail: alexgv@aari.ru



Генрих Васильевич Алексеев,
22.10.2020 г.

Подпись Г.В. Алексеева удостоверяю.

Учёный секретарь ФГБУ «ААНИИ»
кандидат физ.-мат. наук




М.А. Гусакова
«22» октября 2020 г.