

РОЗДІЛ 2. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

УДК 574.5

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА СООБЩЕСТВА РЫБ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА

Демченко В.А., докторант

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Изучена роль гидрометеорологических факторов в формировании ихтиофауны Азовского моря. Приводится блок-схема возможных связей отдельных показателей гидроэкосистемы с характеристиками сообществ рыб. Для наиболее значимых факторов описаны показатели корреляции.

Ключевые слова: климат, рыбы, Азовское море, сообщества, гидрометеорологические показатели.

Демченко В.О. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА УГРУПОВАННЯ РИБ АЗОВСЬКОГО БАСЕЙНУ / Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Вивчено роль гідрометеорологічних факторів у формуванні іхтіофауни Азовського моря. Наводиться блок-схема можливих зв'язків окремих показників гідроєкосистеми з характеристиками спільнот риб. Для найбільш значущих чинників описані показники кореляції.

Ключові слова: клімат, риби, Азовське море, угруповання, гідрометеорологічні показники.

Demchenko V. FEATURES IMPACT CLIMATE CHANGE ON FISH COMMUNITY BASIN OF AZOV SEA / National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine.

The role of hydrometeorological factors to forming ichthyofauna of Azov Sea has studied by us. Below is the block-diagram of possible links of individual indicators of hydroecosystems with the characteristics of fish communities. The index of correlation was describing for the most significant factors.

Key words: climate, fish, Azov Sea, community, meteorological parameters.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобального изменения климата, которое прослеживается в последние десятилетия, исследования динамики гидрометеорологического режима морей резко возросло. Для морских отраслей хозяйства и экологического мониторинга особый интерес представляет информация метеорологических (температура воздуха, ветер, атмосферные осадки) и гидрологических (уровень моря, волнение, течения, температура и соленость морской воды, ледовые условия) показателей состояния морской среды [1, 2].

Глобальные изменения климата приводят к колебаниям многих гидрометеорологических факторов в бассейне Азовского моря. Их динамика, в свою очередь, приводит к определенным изменениям видового состава гидробионтов, продуктивности отдельных компонентов гидроэкосистем, физиолого-биохимического состояния отдельных особей и т.д. [3-5]. Исходя из этого, использование определенных син-, дем- и аутоэкологических показателей в качестве индикаторов изменения климата, позволит определить тенденции дальнейшего существования гидроэкосистем в условиях изменяющегося гидрометеорологического режима моря.

Таким образом, основной целью нашей работы было изучить роль отдельных климатических факторов в формировании син-, дем- и аутоэкологических показателей рыб и ихтиоценозов в Азовского моря.

Для достижения данной цели нами были поставлены следующие задачи:

- проанализировать многолетнюю динамику гидрометеорологических показателей в Азовском море и выявить основные тенденции данных изменений;
- выявить наиболее важные климатические показатели, которые влияют на ихтиофауну региона исследований;
- сформировать блок-схему возможных связей климатических факторов с состоянием ихтиофауны водоема.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основой для данной работы послужили собственные исследования автора в водоемах Азовского бассейна (Молочный и Утлюкский лиманы, Восточный Сиваш, малые реки Северо-западного Приазовья и непосредственно Азовское море). Полевой сбор материала осуществлялся в период 1996-2010 гг. с использованием стандартных ихтиологических и гидроэкологических исследований [6, 7]. Важным элементом работы были статистические сборники по уловам и показателям продуктивности основных компонентов гидроэкосистемы, а также отдельные литературные данные [1, 3].

Исследование, в рамках которого были получены эти результаты, было выполнено при финансовой поддержке со стороны Европейского Экономического Содружества в рамках Седьмой Рамочной Программы согласно договору о предоставлении гранта №226740 «Формирование потенциала по наблюдению за Черноморским бассейном в рамках поддержки устойчивого развития территории» («Building Capacity for a Black Sea Catchment Observation and Assessment System supporting Sustainable Development»).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За период более 130-летней продолжительности гидрометеорологических исследований Азовского моря накоплен большой массив наблюдений, как в прибрежных районах, так и открытых частях моря, результаты которых обобщены в разные годы [3-5]. Оценка гидрометеорологического режима Азовского моря за последние 15-20 лет изложена в коллективных монографиях Южного научного центра Российской академии наук (ЮНЦ РАН) [8-12]. Таким образом, данные работы позволяют проанализировать изменение главных гидрометеорологических компонентов экосистемы Азовского моря.

Атмосферная циркуляция. Главным климатообразующим фактором в Азовском бассейне является атмосферная циркуляция, многолетние изменения которой имеют периодичность, тем самым, определяя соответствующий характер изменчивости гидрометеорологических элементов (осадки, температура воздуха и воды, испарение, речной сток, соленость и др.) [2]. Данный показатель многими авторами используется для оценки природообусловленных особенностей длиннопериодных изменений биоресурсов Азовского моря. В качестве показателей атмосферной циркуляции применена стандартная типизация синоптических процессов [13-15].

В последние 10-15 лет для атмосферной циркуляции характерны резко выраженные особенности: рост повторяемости в холодное время года западной (W) и северной (C) форм, при снижении частоты появления восточной (E) [16].

Температура воздуха. Температура воздуха является основным параметром, характеризующим изменения климата. Кроме того, большинство физиологических процессов в организмах холоднокровных животных определяется температурой окружающей среды.

В результате анализа временных рядов [1] обнаружены положительные линейные тренды потепления с величинами $0,09$ - $0,16$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет. Этот общий рост температуры складывается из двух периодов потепления: первый – между 1920 и 1940 гг. (со скоростью $0,14$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет) и второй, характеризующийся почти в 3 раза более быстрым ростом температуры – с середины 70-х годов XX ст. и по настоящее время ($0,42$ - $0,55$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет). Разделяет эти периоды сравнительно небольшое похолодание – с 1950 по 1960 гг.

Температура воды. Температура воды является важным показателем, определяющим продуктивность всех компонентов экосистемы Азовского моря, включая и рыб. Многолетний ход температуры по данным наблюдений на береговых станциях показан на рис 1. Анализируя кривые изменения среднегодовой температуры воды, следует отметить положительные величины угловых коэффициентов линейных трендов с показателем $0,013$ - $0,017$ $^{\circ}\text{C}$. Максимальный рост температуры воды отмечался в период 1945-2007 гг. на большинстве пунктов побережья в марте, июле и августе.

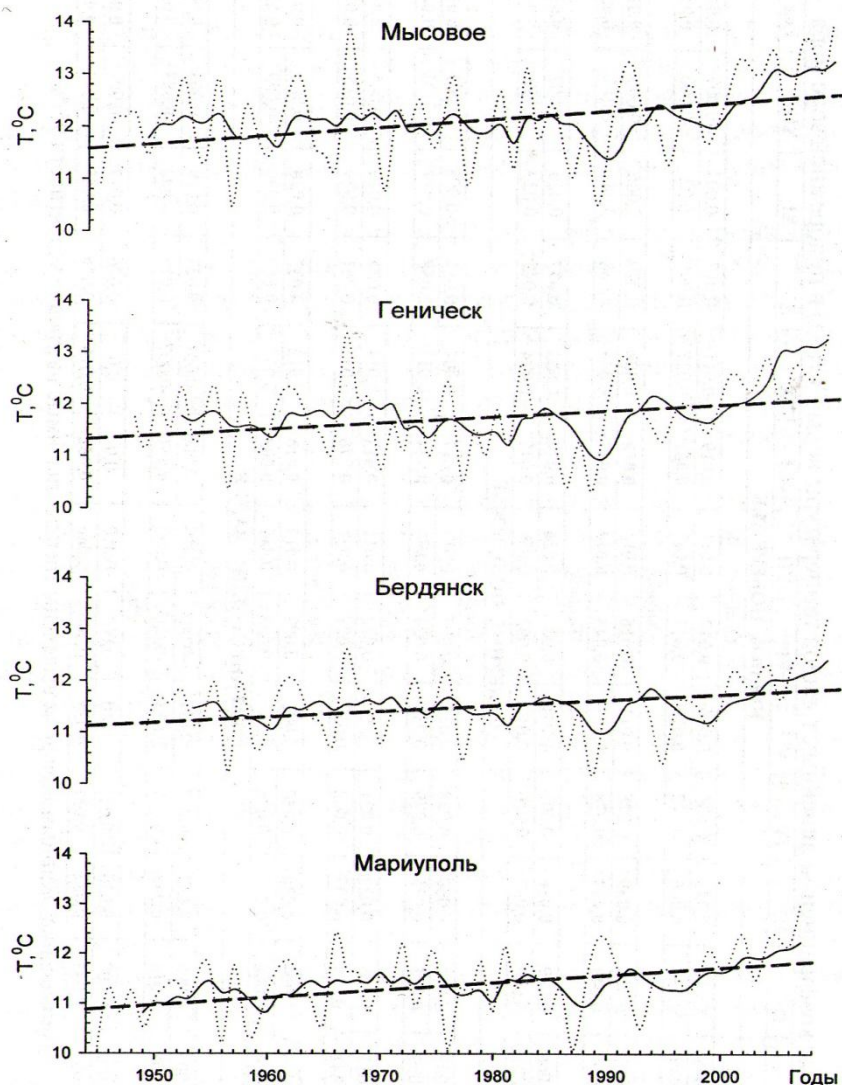


Рис. 1. Многолетние изменения температуры воды ($^{\circ}\text{C}$) по данным наблюдений на береговых пунктах Азовского моря [1]

Соленость воды. Исследования солености моря осуществляются последние 70-80 лет. В солевом режиме моря выделяют два периода [17]: до зарегулирования стока Дона и после. Ранее считалось, что изменение солености в Азовском море связано исключительно с зарегулированием рек и безвозвратным водопотреблением в бассейне. Но снижение солености в море на протяжении последних 20 лет связано еще и с гидрометеорологическими факторами. На всех пунктах побережья с начала 80-х годов выявлен значительный отрицательный линейный тренд в среднегодовых значениях солености (рис. 2). Величина уменьшения солености составила от $-2,28$ г/л для южного побережья до $-2,67$ для северного. Максимальное уменьшение солености за этот период отмечено в северо-западной части моря (прибрежная станция г. Геничеськ $-4,98$ г/л) и связано с опреснением залива Сиваш.

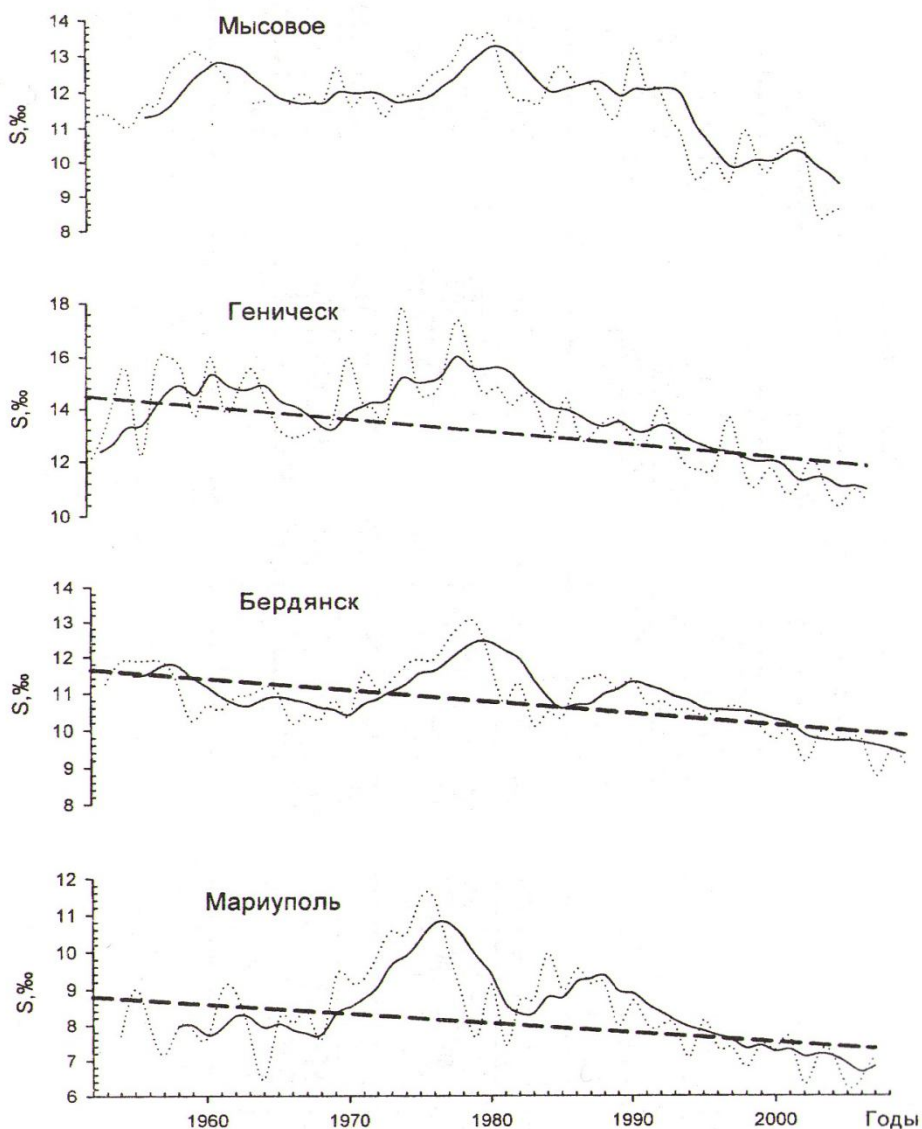


Рис. 2. Многолетний ход солености воды ($^0/_{00}$) по данным наблюдений на береговых пунктах Азовского моря [1]

Уровень моря. Изменения уровня Азовского моря являются следствием воздействия многих физических процессов различных пространственных и временных масштабов. На большинстве береговых пунктов Азовского моря выявлены положительные тенденции повышения уровня моря, причем наибольшие величины угловых коэффициентов линейных трендов отмечаются за последние 60 лет (рис. 3) [1].

Повышение уровня моря связано не только с положительным, начиная со второй половины 70-х годов XX века, трендом в межгодовых вариациях пресного баланса моря (суммарное поступление пресных вод с речным стоком и атмосферными осадками за вычетом потерь на испарение), но и с факторами тектонического происхождения, а также и с эвстатическим подъемом уровня средиземных морей (в том числе Черного) и Мирового океана [18]. По данным дистанционного зондирования уровень Азовского моря имеет тенденцию к увеличению со средней скоростью $2,11 \pm 0,2$ см/год [19].

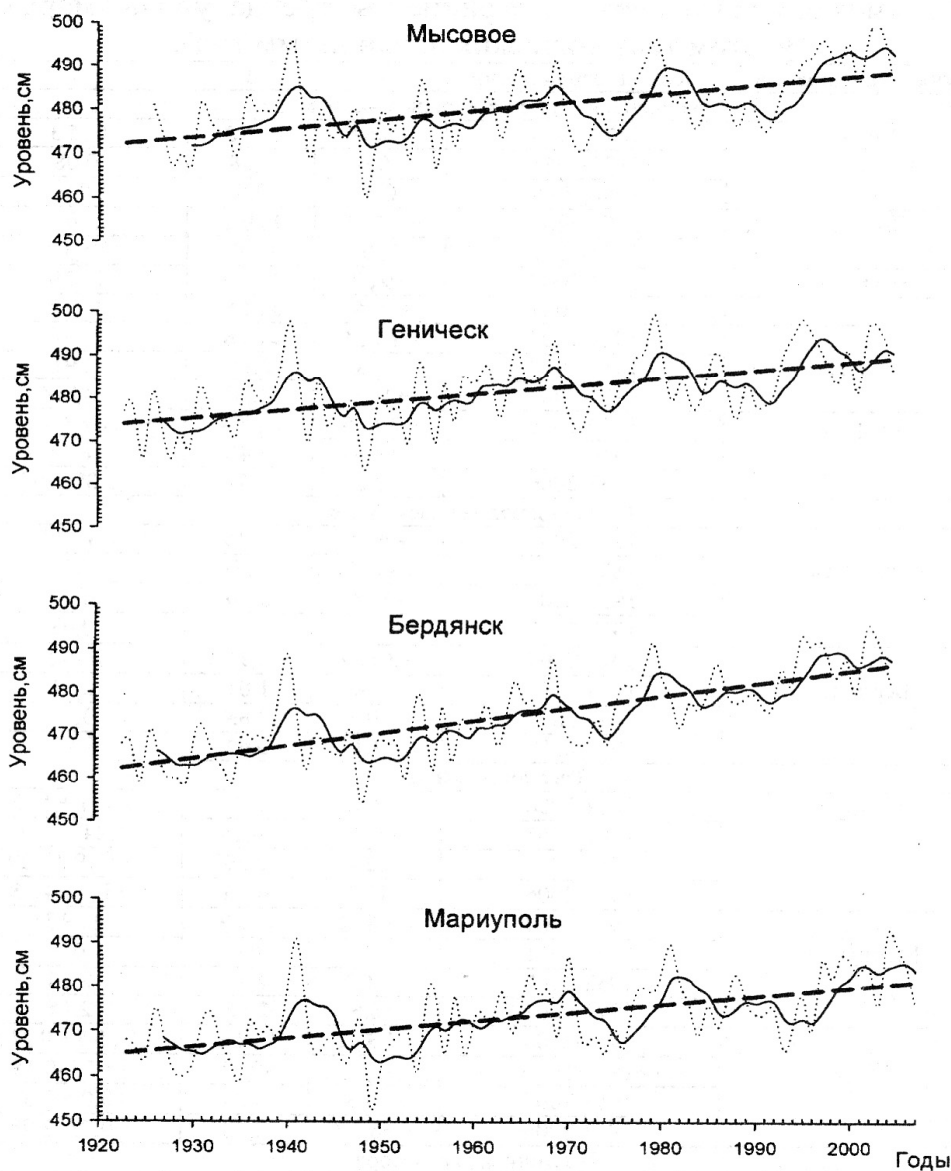


Рис. 3. Многолетний ход уровня моря (см) на береговых пунктах Азовского моря [1]

Подводя итог динамике изменения отдельных гидрометеорологических показателей в Азовском море, следует отметить значительную их роль в жизненных циклах большинства видов рыб. Для понимания причинно-следственных связей составлена блок-схема (рис. 4) возможных направлений влияния климатических факторов на ихтиологические показатели. В предложенной схеме существует ряд условностей, а также не учтены все факторы, которые могут воздействовать на ихтиофауну водоема. Вместе с тем она наглядно демонстрирует сложность процессов и разнокачественность факторов, которые влияют на формирование видового состава рыб, структуру популяции и экологию отдельных особей.

Следует отметить, что большинство гидрометеорологических показателей влияет на ихтиофауну опосредовано и лишь малая их часть характеризуется прямыми связями. Это связано с тем, что рыбы находятся на вершине трофической пирамиды и их син-, дем- и аут- характеристики зависят от нижестоящих элементов гидроэкосистемы.

Последнее десятилетие в литературе отмечается увеличение числа работ о роли изменяющегося климата в формировании биоразнообразия, структуры гидроэкосистем и их отдельных их компонентов [20-22]. Содержание этих работ позволяет отметить несколько направлений научного анализа о влиянии климатических показателей на первичную продукцию, структуру ихтиоценоза, численность отдельных популяций, темпы роста и т.д.

Структура ихтиоценоза. Из представленных на схеме связей (рис. 4) наиболее изученными является роль солености в формировании видового состава рыб.

Для Азовского моря характерны многолетние колебания солености, которые приводили к повышению или снижению видового состава рыб. Ихтиофауна моря в годы осолонения его вод может естественным образом существенно пополняться черноморскими иммигрантами из северо-восточной части Черного моря. В этих условиях общее число рыб может достигать 140-150 видов [23]. В годы снижения солености наблюдается уменьшение ареалов черноморских видов рыб и их численность.

Для Молочного лимана в ходе многолетних исследований была установлена корреляционная связь между количеством видов и минерализацией вод. В периоды, когда протока, соединяющая лиман с морем, обеспечивает нормальный водообмен, соленость устанавливается в границах 13,3-17 г\л. При такой солености наблюдается максимальное количество видов и самая высокая рыбопродуктивность. В годы отсутствия соединения с морем соленость вод возрастает и наблюдается снижение видового разнообразия. Корреляционная связь солености с видовым разнообразием рыб в Молочном лимане составляет - 0,94 [24].

Таким образом, учитывая, что соленость является одним из ключевых факторов гидрометеорологических показателей, использование связи 6 → 13 (согласно рис. 4) может быть индикаторным и показывать роль изменения климата в формировании ихтиоценоза.

Роль температуры воды в формировании видового состава рыб характерна для холодных морей. В данных акваториях изменения температуры воды на несколько градусов способствует расширению ареалов более теплолюбивых видов. Так для залива Петра Великого (северо-западная часть Японского моря) отдельные периоды состав ихтиофауны залива существенно меняется за счет проникновения, особенно в теплые годы, значительного количества субтропических и даже тропических видов рыб. Напротив, в годы отрицательных температурных аномалий проникают некоторые арктобореальные виды рыб, обычно не характерные для данного района [25]. Для Азовского моря таких закономерностей не выявлено.

Роль других факторов как климатических, так и гидроэкологических, требует дополнительного изучения. Особенно важно изучить зависимость структуры ихтиоценоза от речного стока (4) и ледовых условий (7).

Эффективность нереста. Эффективность нереста, является важным демоэкологическим показателем, формирующим численность популяции любого вида. Данный показатель зависит от большинства показателей климата.

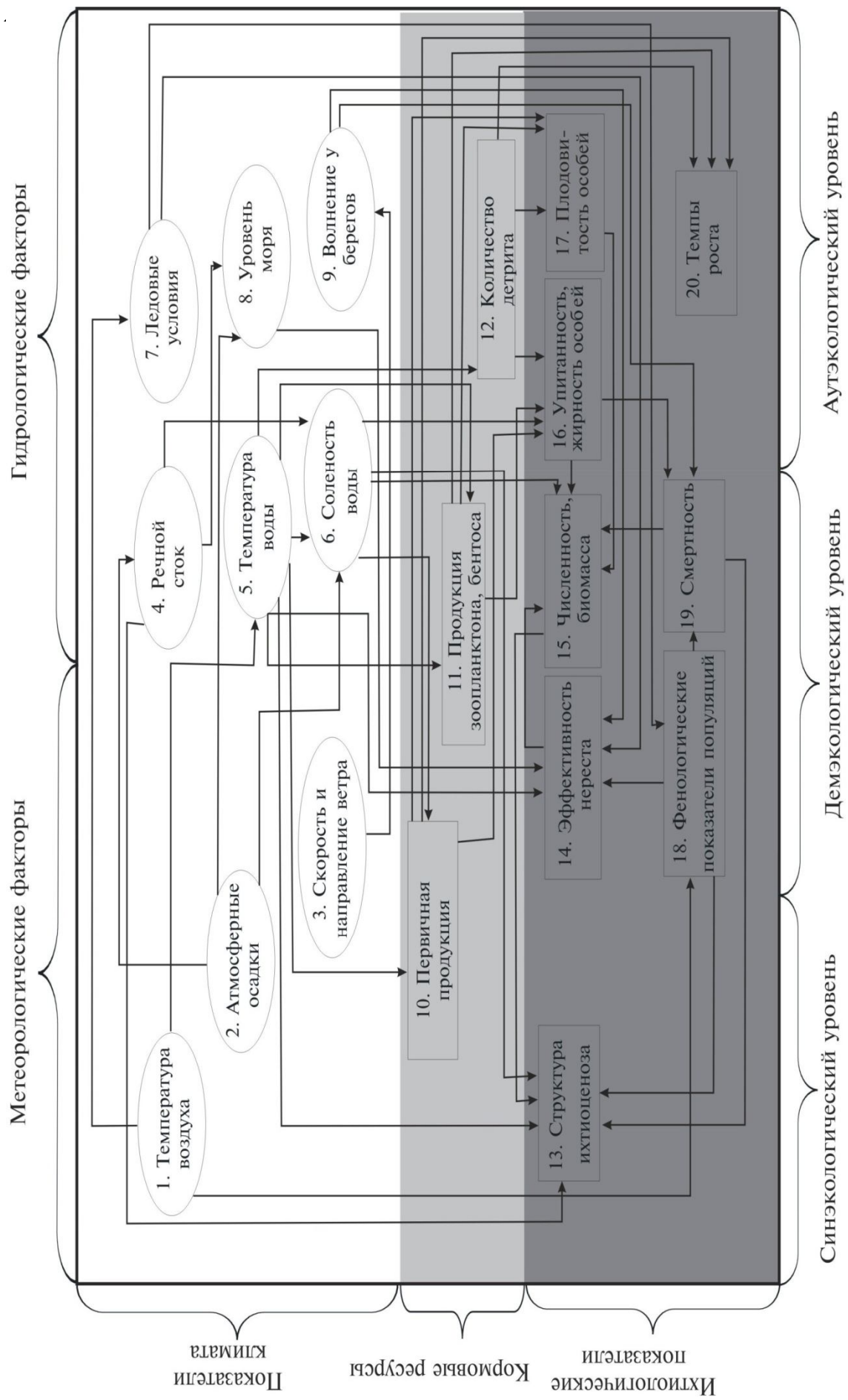


Рис 4. Блок-схема связей метеорологических факторов с ихтиологическими показателями

Влияние ветровой активности на эффективность воспроизводства рыбных запасов Азовского моря крайне противоречиво и неоднозначно. Но в целом при колебаниях ветровой активности в пределах оптимального интервала её результирующий эффект для экосистемы Азовского моря благоприятен. Запасы всех видов рыб возрастают после холодных зим ($r = -0.37 \dots -0.65$) и весен ($r = -0.53 \dots -0.67$). Решающим фактором, определяющим состояние, эффективность размножения в реках, в лиманах, устьевых взморьях и Азовском море является речной сток [26].

К середине 70-х годов прошлого столетия было известно много работ, посвященных оценке зависимости эффективности воспроизводства рыб от гидроэкологических (главным образом солености и температуры воды) условий их жизни в море.

Так согласно некоторым данным [28, 28] на развитие икры неблагоприятно действует как сильно пониженные, так и чрезмерно высокие температуры воды. В первом случае инкубация затягивается и икра дольше подвергается выеданию хищниками. При температуре воды выше 28 °С развитие икры сопровождается рядом патологических отклонений. Развитие икры рыбака и шемаи в притоках среднего течения р. Кубань, как и севрюги, идет тем быстрее, чем выше температура воды. При температуре воды в реке ниже 10 °С развитие зародыша прекращается и икринки погибают. Губительно действует и температура выше 21 °С. Резкие колебания температуры воды в нерестовых реках также способствуют появлению уродливых и не жизнеспособных личинок [29].

Таким образом, икра рыбака и шемаи стенотермнее, чем икра севрюги. В то же время колебания температуры воды в нерестовых реках этих видов рыб значительнее, чем в собственно Кубани. Эти обстоятельства определяют более существенную, но в отличие от севрюги, положительную зависимость воспроизводства рыбака ($r=0,54-0,58$) и особенно шемаи ($r=0,55-0,85$) от температуры воды в период размножения [23]. Этот факт объясняется, видимо тем, что несколько повышенная, обычно не выходящая за пределы оптимума, температура воды ускоряет процесс развития и уменьшает вероятность гибели икры рыбака и шемаи от паводков. Кроме этого, если весна и начало лета засушливы, то и колебания уровня воды незначительны, нерест длителен и протекает равномерно без перерывов. В засушливые и, как правило, в этом случае, безпаводковые годы кормность рек за счет развития зоопланктона увеличивается. Это явление определяется тем, что плесы при подобных гидрометеорологических условиях превращаются в слабо проточные или непроточные водоемы с режимом благоприятным для жизни низших ракообразных [28, 29].

Запасы всех видов рыб возрастают после холодных зим ($r=-0,37 \dots -0,65$) и весен ($r=-0,53 \dots -0,67$). Пониженный температурный фон зим уменьшает число хищников, конкурентов и паразитов, способствует сохранению снежного покрова на водосборах рек. Поздние весны, обычно следующие за холодными зимами, отличаются быстрым и равномерным теплонакоплением, что благоприятствует формированию высокого весеннего либо весенне-летнего половодья на реках и нормальному ходу процесса инкубации икры [26].

Первичная продуктивность. Первичная продукция органического вещества определяет уровень развития всех последующих звеньев трофической цепи Азовского моря вплоть до его конечного звена - проходных, полупроходных и морских рыб.

В работах ряда авторов указывается на существенное и отрицательное воздействие солености на первичную продукцию органического вещества в Азовском море ($r=-0,47$). [26]. Объяснялось это тем, что осолонение моря приводит к вытеснению высокопродуктивной пресноводной и солоноватоводной альгофлоры и замене ее галофильными видами, обладающими в большинстве случаев более медленной

скоростью деления клеток. При анализе наблюдений за первичной продукцией в 1960-1981 гг. отрицательная связь ее с соленостью подтвердилась ($r=-0,38$).

Авторы работ [27] установили прямую и статистически значимую ($r=0,64$) связь между значениями первичной продукции органического вещества в Азовском море за 1953-1973 гг. и речного стока.

Численность рыб. Статистический анализ и моделирование зависимости многолетней динамики уловов, запасов и промыслового возврата поколений, проходных и полупроходных рыб Азовского моря от аналогичных изменений стока рек показали наличие между ними весьма существенной положительной согласованности ($r=0,40-0,96$). При этом корреляция уловов и запасов осетровых рыб максимальна в основном с суммарным годовым, весенним, летним стоком рр. Дон и Кубань за предшествующие 4-6; 9-12 и более лет, а полупроходных рыб – преимущественно за 3-6 лет [26].

Роль атмосферной циркуляции также достаточно велика в формировании численности рыб. Так корреляционная зависимость уловов судака от западной формы атмосферной циркуляции составляет 0,73 [2].

Упитанность, жирность. Физиолого-биохимические индикаторы позволяют выявить функциональные и метаболические особенности состояния организмов и популяций и тем самым существенно углубить знания о фундаментальных процессах, обеспечивающих их жизнедеятельность [30].

Никольский В.Н., Шульман Г. Е., Юнева Т.В. и др. [31] анализируя данные по жирности шпрота, полученным в 2002–2005 гг., выявили четкую связь данного показателя с температурой воды. Результаты исследований показали значительное падение жирности вида в Черном море, что сказалось на общем состоянии его популяции. Важнейшим фактором, определяющим это ухудшение, явились негативные для шпрота сдвиги в температурном режиме Черного моря, носящие в последние годы аномальный характер. Следует опасаться, что если эта тенденция сохранится в глобальном масштабе, что предрекают многие авторы [32], то будущее шпрота в Черном море может быть связано с дальнейшими негативными изменениями в его состоянии. В отличие от шпрота, повышенный температурный режим для другого массового вида черноморской пелагиали - хамсы может оказаться благоприятным.

Кроме описанных выше закономерностей формирования видового состава, численности, упитанности и жирности, эффективности нереста, первичной продукции на фоне изменяющегося климата, возможно использование и других ихтиологических показателей, таких как фенология популяции, смертности, темпы роста, плодовитость. К сожалению, для Азовского бассейна данные работы требуют дополнительных исследований и разработок.

ВЫВОДЫ

1. Гидрометеорологические факторы влияют на структуру ихтиоценозов рыб в Азовском бассейне. Наиболее существенными являются показатели солености, колебание которых приводит к значительным изменениям видового состава рыб непосредственно моря, так и некоторых лиманов в частности.
2. Ихтиофауна моря в годы осолонения его вод может естественным образом существенно пополняться черноморскими иммигрантами из северо-восточной части Черного моря. В этих условиях общее число рыб может достигать 140-150 видов. В годы снижения солености наблюдается уменьшение ареалов черноморских видов рыб и их численность.
3. Для Азовского моря определен ряд факторов, которые влияют на эффективность нереста, первичную продукцию, упитанность и жирность, что в свою очередь подтверждается высокой степенью корреляции.

4. Следует отметить, что отдельные син-, дем- и аутоэкологические показатели ихтиофауны могут быть использованы в качестве индикаторов изменений климата в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море. / Ильин Ю. П., Фомин В. В., Дьяков Н. Н. и др. – Севастополь – 2009. - 402 с.
2. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1969.- 374 с.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.А. Дяченко та ін. – К.: ЛОГОС, 2006. - 408 с.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.V Азовское море. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. 237 с.
5. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. - 853 с.
6. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том 3. Азовское море. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 220 с.
7. Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна / Под ред. Г.Г. Матишова, В.В. Денисова, А.Д. Чинариной. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. Т. 6. 369 с.
8. Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / Под ред. Г.Г. Матишова, А.Д. Чинариной, Г.В. Ильина и др. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. 366 с.
9. Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море / Под ред. Г.Г. Матишова, И.А. Шпарковского, Ю.А. Жданова и др. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. 436 с.
10. Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море / Под ред. Г.Г. Матишова, В.В. Денисова, И.И. Воровича и др. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. 415 с.
11. Экосистемные исследования Азовского моря и побережья / Под ред. Г.Г. Матишова, Ю.А. Жданова, Н.В. Лебедевой. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. Т. 4. – 450 с.
12. Гаргопа Ю.М. Влияние климатических факторов на крупномасштабную изменчивость элементов водного баланса, солености и отдельных компонентов биоресурсов Азовского и Черного морей// Сб. научн. тр. АзНИИРХ (1996-1997 гг.). – Ростов-на-Дону, 1998. – С.7-23.
13. Вангенгейм Г.Я. К вопросу типизации и схематизации синоптических процессов // Метеорология и гидрология. – 1938. - №3. - С. 38-58.
14. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 230 с.
15. Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 488 с.
16. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М. Аномальность гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря в современный период. Электронный журнал «Исследовано в России», – С. 309-316, 2003 г. [HTTP://ZHURHAL.APE.RELARN.RU/ARTICLES/2003/0301.PAFL](http://ZHURHAL.APE.RELARN.RU/ARTICLES/2003/0301.PAFL).

17. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море: основы реконструкции. - Л: Гидрометеиздат, 1985. – 271 с.
18. Михайлов В.Н., Повалишников Е.С., Зудилина С.В., Тигунцев Л.А. Многолетнее изменение уровней воды в восточной части Азовского моря и на устьевом участке Дона // Водные ресурсы. - 2001. - Т.8, № 6. – С. 645-654.
19. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Последствия изменений климата. Росгидромет, 2008 - 288 с.
20. Дроздов В.В. Влияние колебаний климата и параметров морской среды на воспроизводство донных рыб Балтийского моря : Дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.28 СПб., - 2006, 232 с. РГБ ОД, 61:06-11/167.
21. Придатко В., Коломыцев Г. Изменение климата в Украине: потери 13% или приобретение 4% биоразнообразия до 2050 года? / BioModel, 11.11.2008 <http://biomodel.org.ua/?page_id=556>
22. Лурье П.М., Панов В.Д. Влияние изменений климата на гидрологический режим р. Дон в начале XXI столетия // Метеорология и гидрология. - 1999. - № 4.
23. Демченко В.А. Влияние Черного моря на формирование ихтиофауны Азовского бассейна // Материалы Междунар. научно-практ. конф. "Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья". - Тирасполь. - 2001. - С. 79-80.
24. Демченко В.О. Іхтіофауна та показники якості води Молочного лиману в зв'язку з рибогосподарським використанням водойми: Автореф. дис... канд-та біолог. наук: 03.00.10/ Ін-т гідробіології НАН України. - К., 2004. – 18 с.
25. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Климат, рыбный промысел и динамика разнообразия ихтиофауны залива Петра Великого на вековом срезе // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2005. - Вып. 1. - С. 43-50.
26. Гаргопа Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: Автореф. дис... на соискание ученой степени доктора географических наук: : 25.00.28 / Кольский научный центр РАН. – Мурманск, 2003. - 51 с.
27. Мусатова Г.Н. Осетровые реки Кубани и их воспроизводство. – Краснодар, 1973. – 112 с.
28. Мусатова Г.Н., Суханова Е.Р. Разведение ценных промысловых рыб. – Краснодар, 1955. - 60 с.
29. Суханова Е.Р. Размножение кубанских рыба и шемаи и биология их молоди в речной период жизни. //Тр. Зоологического ин-та АН СССР. - 1959. - Т. 26. - С. 44-95.
30. Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические индикаторы состояния рыб // Тези II Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології». – Севастополь, 2009. –С. 204-205.
31. Никольский В.Н., Шульман Г. Е., Юнева Т.В. и др. О современном состоянии обеспеченности пищей черноморского шпрота // Доп. НАН України. – 2007. – № 5. – С. 194–198.
32. Єремєєв В., Єфімов В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату // Вісн. НАН України. – 2003. – № 2. – С. 14–19.