

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Темных Александры Владимировны  
«ВИДОВАЯ И ХОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МЕЗОПЛАНКТОНА  
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.02.10 – гидробиология

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне отмечается активное проникновение и натурализация новых видов. При этом таксономический состав, сезонная динамика и распределение видов-вселенцев остается мало изученным, как и происходящие под их влиянием изменения структуры планктонных сообществ. В связи с этим рецензируемая диссертационная работа, целью которой являлось выявление особенностей пространственной и временной изменчивости таксономических и количественных характеристик сообщества мезопланктона Черного моря и их связь с абиотическими факторами среды, несомненно, актуальна и своевременна. Основные задачи исследования сформулированы логично и соответствуют поставленной цели.

В основу диссертации положены результаты многолетних (2004–2011 гг.) сборов планктона, проводившихся лично автором в прибрежье и в глубоководных районах северной части Черного моря с использованием стандартных методов планктонологии и нового прибора и методики, разработанной в ходе выполнения настоящего исследования.

Диссертация изложена на 133 страницах, состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, двух приложений и библиографического списка, который содержит 299 источников, из них 132 на иностранных языках. Работа проиллюстрирована 54 рисунками и 14 таблицами. По теме диссертации опубликованы 4 статьи в рецензируемых журналах, из них 2 входят в Перечень ВАК, 2 – в базу данных Web of Science. Материалы исследований представлены на многочисленных научных конференциях, главным образом, международных. Кроме того, автором получено 3 патента: «Устройство для сбора количественных проб зоо- и ихтиопланктона», в 2010 и 2015 гг., и «Способ оперативного исследования морских планктонных сообществ», получен в 2012 г.

Во **Введении** обоснованы актуальность, степень разработанности выбранной темы, цели и задачи исследований, обозначены методология и методы диссертационного исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, определены степень достоверности, научная новизна, практическое и теоретическое значение полученных результатов, указан личный вклад соискателя и связь с научными программами, планами и темами, изложена апробация результатов и число публикаций по теме диссертации.

Имеется одно замечание. Третье **Положение, выносимое на защиту** из-за обилия фактических данных, которые трудно объединить в единое целое, а также, из-за повтора в шестом предложении информации, изложенной в третьем предложении этого абзаца, выглядит несколько громоздким. Возможно, следовало бы разбить его на две части, что более соответствовало бы количеству выводов.

**Глава 1. Зоопланктон Чёрного моря – исследования, динамика, современное состояние** достаточно полно отражает состояние изученности мезопланктона северной части Черного моря и свидетельствует о хорошем владении автором информацией по исследуемой теме.

При первом упоминании вида гребневика мнемнописиса автор не указала его латинское название (с. 14, последний абзац, 4-я строчка), а также при первом упоминании вида название рода следовало бы писать полностью (с. 15, 1-й абзац, 4-я и 5-я строчки).

Автор в ряде мест не соблюдает хронологический порядок перечисления ссылок на литературные источники (с. 13, 40).

Термина «Черноморская экосистема» (с. 16, 1-я строчка) следует избегать в публикациях и применять «экосистема Черного моря».

Диаграмма на с. 19 (рисунок 3) информативно отражает изменения процентного соотношения биомассы таксоценоза копепод с 1960-х по 2004-й г., но нет данных за 1970-е гг. и вторую половину 1990-х гг. Пожелание автору применять одинаковую штриховку к каждому из видов для большей наглядности.

В последнем абзаце на с. 19 дана ссылка на рис. 1.2. Видимо, на рисунки. 1, 2.

Страница 21, 4-й абзац. Не дано пояснение, что такое малая форма *A. clausi*. Это *A. margaleffi*?

В Главе 2. Материал и методика описаны методы сбора, обработки и анализа материала.

Таблица 2 «Характеристика материала, использованного для изучения временной и пространственной изменчивости мезопланктона Черного моря...» вызывает ряд замечаний. 1) Содержание 4-го столбца, который называется «Местоположение», шире, чем его подзаголовок. Так, помимо местоположения станции, в 6-й строке указаны орудия лова, в 7-й и 8-й строках - номера рейсов НИС «Профессор Водяницкий». 2) В 7-й и 8-й строках первого столбца, который называется «Номер станции, глубина», не указаны номера станций и глубина. 3) В последней строке третьего столбца дана ссылка на табл. 2.2, которой в тексте диссертации нет. Эти недочеты затрудняют чтение таблицы, содержание которой было бы логичнее изложить в двух таблицах.

В подразделе 2.1.2. (с. 27) дана ссылка главу 5, хотя особенности вертикального распределения мезопланктона описаны в главе 4.

Для изучения взаимосвязи хронологической структуры зоопланктонного сообщества с абиотическими факторами среды были проанализированы следующие параметры среды: температура и соленость (данные собраны на 26 станциях), содержание в воде кислорода, нитратов, нитритов, фосфатов, силикатов и кислотности воды (на 21 станции). Данные по таксономическому составу и количественной структуре мезопланктона получены на 30 станциях. Для большей информативности, необходимо было бы отобразить на карте-схеме станции, где проводили сбор данных по вышеперечисленным параметрам, разными значками – кружками, квадратиками, треугольниками и т.п.

В Главе 3. Таксономическая принадлежность нового для Чёрного моря вида копепоид рода *Oithona* (*Cyclopoidea*) автор проводит детальное морфологическое описание *Oithona davisae*, ранее описанном как *O. brevicornis*, которое убедительно показывает различия между новым видом и тремя другими близкими видами рода *Oithona*. Эта глава прекрасно дополняет гидробиологическую по тематике диссертацию и характеризует автора как внимательного и вдумчивого (скрупулезного - точного, аккуратного) исследователя.

В Главе 4. Особенности вертикального распределения мезопланктона в прибрежной и глубоководной части Чёрного моря автор описывает особенности вертикального распределения мезопланктона в прибрежной и глубоководной части Черного моря. Подраздел 4.1. При исследовании вертикальной структуры мезопланктона и ее суточной динамики в прибрежных водах Крыма были применены два метода сбора зоопланктона – послойными вертикальными ловами малой сетью Джеди и буксировкой Комплексного пробоотборника Мельникова-Темных (КПМТ) в узких слоях воды. Сопоставление результатов, полученных с помощью этих методов, показало, что при высокой концентрации планктонтов (планктеров) в узком слое (как в слоях на глубинах 5 и 30 м) сбор проб сетью Джеди не дает репрезентативный результат, т.к. усредняет величины по слоям с высокой и низкой плотностью. Благодаря использованию пробоотборника и применению методов корреляционного анализа автором выявлено, что слои высокой концентрации мезопланктона и его основных представителей, в качестве которых были 4 вида копепоид, совпадают со слоями максимальных градиентов температуры и солености. При этом высокая степень обратной связи между численностью мезопланктона и градиентами солености отмечена для светлого времени суток, ночью коэффициенты корреляции были ниже. Между численностью мезопланктона и градиентами температуры корреляционная связь была ниже, а ночью фактически отсутствовала.

По данным, полученным с помощью КПМТ, максимальная концентрация мезопланктона и копепоид наблюдалась в слое 5 м и от 25 до 35 м. Именно в этих областях наблюдался максимальный градиент солености (составлял 0.25‰). Выявлена высокая степень корреляции (обратной связи) между численностью мезопланктона и копепоид и градиентом солености в дневное время (0.75 и 0.74) и ночью (0.63 и 0.64). Не совсем понятно, корреляция рассчитана для обеих областей высокой плотности планктона/градиента солености или для какой-то одной?

В подразделе 4.2. рассмотрена вертикальная структура и суточная динамика мезопланктона на станции в глубоководной части Черного моря (глубина более 1600 м). Этот подраздел содержит подробную информацию о суточных миграциях шести видов копепод и их копеподитных стадий, что значительно расширяет область знаний о биологии этих видов.

Выявлена высокая степень обратной связи общей численности мезопланктона и копепод с градиентом солености, как и в прибрежных водах Севастополя.

Вопрос – почему на станции 1, где исследовали суточную вертикальную структуру мезопланктона, пробы в разное время суток брали не на одних и тех же глубинах? (глубина сбора проб с помощью пробоотборника в разное время суток несколько отличается?) Днем на 5-ти и далее кратно 5-ти м, а ночью на 7-ми, 12-ти, 20-ти, далее кратно 5-ти м, а последние – на 43-х и 48-ми м?

Автор не выдвигает гипотез о причинах корреляции между высокой плотностью мезопланктона и градиентами солености.

Вызывает недоумение фраза «У этих двух видов (*Oithona davisae* и *Paracalanus parvus*) сходный вид перемещений, что подтверждается высоким коэффициентом корреляции между ними  $r=0.80$  и дана ссылка на таблицу 7 «Коэффициенты корреляции (R) между вертикальным распределением численности мезопланктона, копепод и градиентами температуры и солености...» По-видимому, автор имел в виду другую таблицу, не вошедшую в текст диссертации, с указанием коэффициентов корреляции **между видами**, а не между видами и градиентами факторов среды, как в приводимой таблице 7. В этом же абзаце ошибочно указана ссылка на рис. 25, тогда как следовало сослаться на рис. 26.

**Глава 5. Межгодовая и сезонная изменчивость характеристик мезопланктона на шельфе Чёрного моря.** В этой главе автор весьма подробно описывает сезонную динамику и межгодовые изменения таксономической структуры и количественных характеристик суммарного мезопланктона и его доминирующих видов. На прибрежной станции 2 с глубиной 40 м в 2003-2004 гг. получены данные по суммарному мезопланктону и отдельно копепод и кладоцер. Приведена круговая диаграмма соотношения доли эвритермных, тепловодных и холодноводных видов в общей численности зоопланктона в эти годы, из которой следует, что доля тепловодных уменьшалась, а эвритермных увеличивалась от 2002 к 2004 г. В 2009-2011 гг. исследования проводили на станции 1 с глубиной 80 м. Среднегодовая плотность мезопланктона, копепод и кладоцер имела тот же порядок величин, что и в 2002-2004 гг. Ход и особенности сезонной динамики как всего мезопланктона, так и его групп, был сходным в сравниваемые годы. В подразделе 5.2. не хватает круговой диаграммы соотношения экологических комплексов, такой же, как в подразделе 5.1, хотя в автореферате диссертации она есть.

В подразделе 5.3. детально описаны межгодовые изменения сезонной динамики для четырех видов Cladocera и шести видов Copepoda. Сравнение собственных и литературных данных показало, что в структуре мезопланктона с 1960-х гг. произошли значительные изменения, важными факторами для которых стали вселение гребневиков сначала *Mnemiopsis leidyi*, а затем *Beroe ovata*.

**Глава 6. Хорологическая структура мезопланктона Чёрного моря.** В подразделе 6.1, проанализировав пространственную и сезонную изменчивость параметров мезопланктонного сообщества в Севастопольской бухте с помощью методов оценки видового разнообразия Шеннона, выровненности Пиелоу, индекса доминирования Симпсона и кривых доминирования-разнообразия, автор приходит к выводу, что наиболее сбалансированное состояние планктонного сообщества (максимальное разнообразие таксонов и эквитабельность при минимальном показателе доминирования) наблюдали на самой мористой станции 1, а в кутовой части бухты на станции 5 отмечена обратная ситуация.

В подразделе 6.2 проанализирована зависимость структуры мезопланктона от факторов среды. Выявлено, что циклопоиды *O. similis* и *O. davisae* разобщены пространственно не только по вертикали, как было показано в главе 4, но и в более крупном масштабе. Первый был массовым на станциях с глубинами более 50 м и с самой низкой в исследуемом районе температурой, второй – в более мелководных районах, зависимости его распределения от температуры не выявлено, однако, важную роль для *O. davisae* играло содержание растворенного в воде кислорода. Детально описан размерный состав и соотношение самцов и

самок для двух видов циклопид на различных по гидрофизическим и гидрохимическим показателям группам станций. Также интересно, что с помощью коэффициента корреляции Спирмена автору удалось показать, что в группу ключевых факторов для распределения двух видов акарций – *Acartia clausi* и *A. tonsa* входят градиент температуры в слое термоклина, среднее значение температуры в исследуемом слое, максимальная величина солености над галоклином и толщина галоклина. Для *A. tonsa* важными также являются максимальная температура, максимальное содержание кислорода в воде, градиент температуры в термоклине и средняя для слоя 0-5 м соленость.

С помощью ординационного анализа по методу многомерного шкалирования было показано, что группирование станций по распределению численности копепод и кладоцер соответствовало группированию станций по характеристикам температуры и солености и определялось в основном дискриминаторным фактором изобата.

С использованием метода главных компонент и на основе расчета коэффициента ранговой корреляции Спирмана выявлена комбинация из четырех физико-химических параметров, определяющих структуру сообщества зоопланктона: градиент температур в термоклине, градиент солености в галоклине, среднее в слое 10-30 м содержание кислорода и величина максимального содержания кислорода.

Как завершающий аккорд, в таблице 14 на с. 100 дана характеристика станций исследованного полигона с использованием показателей видового разнообразия.

Замечание: в списке сокращений нет ЮБК – южный берег Крыма.

**Выводы.** Замечание: в первом выводе следовало бы названия крупных таксонов писать единообразно – либо по-русски, либо по-латыни, предпочтительней последний вариант.

Вышеперечисленные замечания несколько не умаляют ценности настоящей работы. В целом актуальность избранной темы, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности полученных результатов, выводы, сформулированные в диссертации, обоснованы и соответствуют изложенным материалам. Александра Владимировна продемонстрировала не только знания об особенностях биологии главных компонентов мезопланктона – копепод и факторах, влияющих на их распределение, но и немаловажное для современного гидробиолога хорошее владение математическими методами оценки состояния сообщества мезопланктона, позволившее выявить закономерности между структурой сообщества и параметрами среды в различных масштабах – от десятков метров до сотен километров.

Автореферат и опубликованные статьи полностью отражают содержание работы. Диссертационная работа выполнена в соответствии с критериями, установленными пунктом 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., и Александра Владимировна Темных, несомненно, заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология.

Кандидат биологических наук, научный сотрудник Лаборатории эмбриологии  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Национальный научный центр морской биологии»  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
690041, Владивосток, ул. Пальчевского, д. 17  
тел. +7 (423) 231-11-43  
e-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

10 октября 2018 г.

Омельяненко Виктория Анатольевна

подпись *Омельяненко В.А.*  
Заверяю:  
*Горис*