



ДИСКУССІИ

УДК 57.087:581.526.323.3

Г. Г. Миничева, докт. биол. наук, зам. руковод., А. Б. Зотов, м. н. с., М. Н. Косенко, м. н. с.

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Одесса, Украина

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО АППАРАТА
МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

В рамках направления морфо-функциональной экологии водной растительности анализируются особенности подходов, сформировавшихся в процессе развития двух школ: лаборатории экологического метаболизма ИнБЮМ, под руководством д. б. н. К. М. Хайлова (ЛЭМ), и альгологической группы Одесского Филиала ИнБЮМ, под руководством д. б. н. Г. Г. Миничевой (ОФ). Обсуждается сходство и различия методов измерения и расчета удельной и общей поверхности фитосистем на различных уровнях организации. Делается вывод об использовании единого методологического принципа, основанного на учете морфо-функциональных свойств каждого уровня иерархической организации растительных систем. Показано, что различия, существующие в расчете показателей поверхности, связаны не с методами расчетов ОФ, которые по мнению ЛЭМ, «органически ведут к ошибочным результатам», а с различием исследовательских задач двух школ: — изучение обменных процессов фитосистем в водных экосистемах (школа ЛЭМ); расширение возможностей гидроэкологических методов оценки фитобентоса и фитопланктона с помощью морфо-функциональных показателей (школа ОФ). В связи с этим, использование отдельных формул из полных алгоритмов расчета для демонстрации ошибочных результатов некорректно. Демонстрируются принципиально новые возможности использования показателей поверхностей, для количественного прогнозирования видовой структуры сообществ и оценки качества водной среды. Подчеркивается, что широта задач, решаемых двумя школами и возникшее в связи с этим различие методических приемов в рассматриваемых ветвях морфо-функционального направления, является естественным исследовательским процессом и свидетельствует об интенсивном развитии направления на данном этапе.

Ключевые слова: водная растительность, параметры поверхности, фитобентос, фитопланктон, прогноз

Процесс познания, как и развитие науки в целом, тесно связан не только с реальными свойствами изучаемого объекта, но и рядом субъективных причин. Мироззрение исследователя, определяемое образованием, особенностями имеющейся по данному вопросу информации, социальное влияние, ориентирующее науку на решение тех или иных задач, а также ряд других причин создают предпосылки для многообразия формы выражающей получаемые знания. Особенности использования терминологии, трактовка методов и показателей,

разработанных под специальные задачи, особый ракурс зрения, а также другие субъективные причины зачастую могут приводить к коллегияльному непониманию. Одним из инструментов разрешения научных споров, периодически возникающих из-за соприкосновения различных исследовательских точек зрения, является конструктивная дискуссия, которая порой способна не только разяснить возникшую проблему, но и расширить понимание вопроса, дав толчок его дальнейшему развитию.

© Г. Г. Миничева, А. Б. Зотов, М. Н. Косенко, 2004

Цель данной статьи состоит в проведении научной дискуссии о возможностях использования методического аппарата морфо-функциональной оценки водной растительности, в связи с различными исследовательскими подходами, сформировавшимися в процессе развития данного направления, которые разрабатываются в лаборатории экологического метаболизма Института биологии южных морей под руководством д. б. н. К. М. Хайлова (школа ЛЭМ) и в альгологической группе Одесского Филиала Ин БЮМ под руководством д. б. н. Г. Г. Миничевой (школа ОФ). Авторы данной статьи пытались выстроить логику изложения материала таким образом, чтобы не только снять обвинения со своих работ, которые по мнению ЛЭМ, «основаны на ошибочных расчетах и неверных представлениях», но и, воспользовавшись предоставленной возможностью, продемонстрировать высокий научный потенциал рассматриваемого направления, его перспективы и возможности при проведении морских экологических исследований.

Обсуждение

Морфо-функциональный подход, как метод познания, имеет широкие возможности применения, так как базируется на одном из основных диалектических законов связи формы и содержания. Закономерно, что данный подход наиболее эффективно применяется в естественных науках связанных с изучением живых, динамичных, развивающихся систем. В середине прошлого века Берталанфи [25] показал количественную взаимосвязь между размерами организма и темпом роста, которая описывается аллометрическими уравнениями. В дальнейшем плодотворность научной задачи поиска количественных связей между размерами, формой и функциональными процессами для различных размерных рядов животных и растений была продемонстрирована в ряде фундаментальных работ по био-, экоморфологии [1, 24, 26]. Позже общебиологическая проблема «форма – функция» была пере-

несена на исследование взаимосвязи морфологии и интенсивности функционирования водной растительности. Специальные морфо-функциональные исследования морских макрофитов начались в 70-х годах прошлого столетия. Основателями этого направления принято считать американских исследователей Марка и Диану Литтлеров, которые не только показали взаимосвязь между морфологией таллома и фотосинтезом, но и использовали парадигму «функциональной формы» для рассмотрения адаптивных особенностей структуры макрофитов в сукцессионных изменениях [27, 28, 29].

Основателем отечественного направления функциональной морфологии морских многоклеточных водорослей является лидер школы ЛЭМ, д. б. н. К. М. Хайлов, который еще в 1965 г. заложил теоретические основы данного направления, раскрывая механизмы интенсивности метаболизма в зависимости от факторов среды и размеров водных организмов [17]. Последующие монографические работы представителей школы ЛЭМ продолжили разработку морфо-функционального направления, описывая закономерности связи внешнего строения водорослей с параметрами биогенного обмена со средой, используя, в том числе, методы прямого измерения различных физиологических функций [2, 18, 21].

Особенность работ школы ОФ связана с тем, что их развитие происходило на стыке методов морфо-функционального подхода (комплекс показателей поверхности водной растительности) и классических методов гидробиологической оценки макрофитобентоса и фитопланктона (комплекс показателей, оценивающий видовой состав, численность и биомассу водорослей) [5, 12, 14, 15]. В дальнейшем количественное описание закономерностей формирования сообществ водной растительности с помощью показателей поверхности позволило применить морфо-функциональный подход для рассмотрения обще-

экологической проблемы «фактор – функция – форма» в применении к решению практических задач прогнозирования флористической структуры сообществ, оценки качества водной среды и ряда других вопросов, связанных с функционированием водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки [13].

Мы намеренно подчеркнули различные исторические корни, на которых базируются школы ЛЭМ и ОФ и которые не могли не оказать влияния на формирование специфики разрабатываемых подходов. Школы объединяет единый объект исследования - водная растительность и единый морфо-функциональный подход. При этом для каждой из школ характерна своя специфика исследовательских задач: изучение обменных процессов фитосистем в водных экосистемах (школа ЛЭМ) и расширение возможностей гидроэкологических методов оценки фитобентоса и фитопланктона, с помощью морфо-функциональных показателей (школа ОФ). Очевидно, это отчасти может объяснить субъективные корни одной из претензий, предъявляемых представителями школы ЛЭМ к разработкам ОФ: «Все физиологические измерения, используемые в продукционных исследованиях растений (прямые измерения фотосинтеза, дыхания, роста и т.д.) исключаются вовсе» ([23] - с. 64, пр. кол., 3-й абз. снизу). Основная суть претензии состоит в том, что мы игнорируем физиологические методы исследований. Действительно, физиологические методы не являются специальным инструментом наших исследований. На начальных этапах для некоторых черноморских макрофитов мы проводили экспериментальные работы, показавшие связь продукционных и морфологических параметров [7]. Были и совместные работы представителей двух школ, в которых демонстрировалось общее понимание связи различных физиологических параметров с величиной удельной поверхности морских многоклеточных водорослей [20]. Позже акцент наших исследований был смещен на задачи, никак не связанные с

физиологическими, обменными процессами. О них мы более детально будем говорить во второй части дискуссии.

Прежде чем перейти непосредственно к обсуждению и опровержению претензий, высказанных в наш адрес, обратим внимание на общий стиль и тон дискуссии, заданный нашими оппонентами, который во многих случаях затрудняет или даже останавливает диалог. Высокий уровень обобщенности претензий и приписывание не свойственных нам «представлений» значительно снизили конструктивность дискуссии, в которую мы вынуждены вступить. Наглядным примером может служить высказывание: «Отдельно стоят работы Г. Г. Миничевой [9 - 12, 14, 15], в которых параметры поверхности объявляются главными регуляторами «автотрофного процесса» и продукции у всех групп растений - низших и высших, одноклеточных и многоклеточных, морских и пресноводных» ([23] - с.60, пр. кол., 1-й абз. снизу). Из шести цитируемых оппонентами работ, как минимум в автореферате докторской диссертации (в [23] под номером 14) они могли ознакомиться с нашим «представлением»: «Характер взаимосвязи параметров в иерархически целостной системе: внешняя среда - макрофиты» (табл. 1. с. 11). Данная таблица отражает основную идеологию, используемую нами при рассмотрении проблемы «фактор – функция – форма»: регулятором автотрофного процесса – «функции» может являться только «фактор», а «форма», выражаемая в параметрах поверхности растительности является лишь результатом данного взаимодействия.

Другое дело, что мы ранее обращали внимание и продолжаем настаивать на том, что в случае эмпирического установления количественных зависимостей между тремя элементами данной системы, на основании «формы» (параметров поверхности водной растительности) достаточно легко можно судить, как об интенсивности автотрофной «функции», так и об интенсивности «факторов», определяющих продукционный процесс.

Нас же заподозрили и обвиняют в том, что мы «объявляем», что «воз должен стоять впереди лошади». В дальнейшем обвинения такого рода, которыми, в частности, изобилует раздел «Об интерпретации Г. Г. Миничевой роли параметров биологической поверхности растений в водной среде», в большинстве случаев мы оставили без комментариев, дабы не перегружать читателя бесплодной дискуссией.

Общая логика обвинения в статье наших оппонентов построена по следующему принципу: «доказательство ошибочности расчетов»; «убедительная графическая демонстрация»; «отрицание научного смысла» всех теоретических и практических результатов вытекающих из разработок школы ОФ, на основании того, что ошибочные расчеты не могут быть основой «ни для чего». В соответствии с этим, нам необходимо начать с первого логического звена и обсудить методы измерения и расчета показателей, используемых в двух школах.

И опять необходимо сделать отступление, касающееся стиля наших оппонентов в использовании ссылок на уравнения и предлагаемые нами методы расчета комплекса показателей поверхности водной растительности. С одной стороны, очень удобно, что авторы четко поясняют свои показатели и индексы, приводя уравнения их расчета ([23] - с. 63 - 64, уравн. 1 - 12). С другой стороны, наблюдается достаточно вольное, а иногда и не соответствующее действительности обращение с формулами и ссылками на работы ОФ. Удивляет тот факт, что все шесть уравнений (13-18), на основании которых в многочисленных графиках и таблице демонстрируется ошибочность расчетов «по Г. Г. Миничевой», взяты и цитируются по таблице из автореферата докторской диссертации (в [23] ссылка под номером [14]). Необходимо напомнить, что ни «табл. 1, с. 11. [14]», ни сама эта работа не имели целью продемонстрировать методы расчета показателей поверхности. Все это было сделано 15 лет назад при защите кандидатской диссертации и

опубликовано в специальной работе «Методические рекомендации по определению комплекса показателей, связанных с поверхностью водорослей-макрофитов» (1987). Однако на данную работу есть только одна ссылка при уравнении (15), и то совместная «[7, 12, 14]» ([23] – стр. 68). Данные методические рекомендации были взяты нами за основу, дополнены методами расчета для одноклеточных водорослей фитопланктона и опубликованы в 2003 г. в работе «Методические рекомендации по определению морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности» [16]. В новых методических рекомендациях приводится 22 полных алгоритма расчета морфо-функциональных показателей. Электронный вариант этой работы был направлен коллегам в ЛЭМ еще до ее выхода в свет в виде отдельной брошюры. Однако, преследуя, видимо, задачу показать, что «алгоритмы расчетов по Г. Г. Миничевой органически ведут к ошибочным результатам», наши оппоненты не обратились к главным первоисточникам, действительно содержащим данные алгоритмы. Что же касается табл. 1 в автореферате докторской диссертации, то она не содержит не только алгоритмов, но даже и уравнений расчета. У нее совсем иная задача: в ней приведены формулы, отражающие сущностное понимание «потенциальных» и «кинетических» свойств комплекса морфо-функциональных показателей макрофитов. Для удобства демонстрации, некорректные ссылки ЛЭМ на уравнения расчета показателей поверхности обобщены в табл. 1.

Чтобы и далее не утруждать читателя излишними подробностями перечня некорректного использования методического аппарата ОФ, ограничимся приведенными примерами. Намного полезнее перейти к конструктивному рассмотрению методов двух школ, чтобы продемонстрировать, что комплекс морфо-функциональных показателей является мощным инструментом познания в гидроэкологии, несмотря на действительно существующую

щие отличия в методах расчета и нюансах трактовки параметров поверхности, связанные

с различными исследовательскими задачами двух школ.

Табл. 1. Использование уравнений и ссылок на работы ОФ в тексте статьи ЛЭМ [23]
Table 1. Use of equations and references to the OF's works in the text of LEM's article [23]

№ уравнения в тексте статьи ЛЭМ	Ссылка ЛЭМ	Результаты расчетов, демонстрируемые в иллюстративном материале ЛЭМ	Комментарии ОФ
13	[14]		Формулы, приведенные в автореферате докторской диссертации, выражают смысл, связанный с потенциальной и кинетической характеристикой комплекса морфо-функциональных показателей макрофитов (см. табл.1, с.11 [12]) и не могут использоваться в качестве уравнений расчета.
14	[14, 17]	Рис. 2., Табл.	В уравнении некорректно заменены индексы показателя S/W. Расчет соответствующего показателя происходит с обязательным учетом численности и массы клеток в пробе фитопланктона в соответствии с алгоритмом: пп. 3.1 – 3.2 с.16 [16].
15	[7, 12, 14]	Рис. 1, 3 – 5	Уравнение не может использоваться вне полного алгоритма ОФ, так как его входные параметры должны рассчитываться с учетом методов, рассмотренных в предшествующих шагах расчета: пп. 16.1 - 16.2 с. 25; пп. 20.1 – 20.4 с. 28 [16].
16	[10, 11, 14]	Рис. 3	Уравнение является одним из элементов системы прогнозных уравнений модели и не предназначено для использования в методиках расчета показателей [13].
17	« - »		В уравнении показатель биомассы заменен на показатель массы. Так же, как и в других случаях, данное уравнение не может быть использовано вне контекста соответствующих алгоритмов: пп. 19.1–19.3; с.27; пп. 20.1 – 20.4 с.28 [16].
18	[14]		Аналогично уравнению 13 некорректная ссылка на таблицу автореферата. См. соответствующий алгоритм: пп. 20.1–20.4 с. 28 [16].

Для обеспечения простоты проверки корректности наших ссылок, при сравнительном анализе показателей и методов, используемых двумя школами в тексте данной статьи, мы использовали лишь одну работу ЛЭМ, помещенную в данном номере «Морского экологического журнала» (формулы 1 - 12) [23], и лишь последнюю работу ОФ, непосредственно посвященную методическим рекомендациям определения морфо-функциональных показателей [16] (табл. 2). Чтобы не перегружать табл. 2, в ней помещены не все параметры и показатели комплекса, используемые в прак-

тике морфо-функционального анализа, а лишь те, что необходимы для логики сравнительного анализа. В таблице также не обсуждаются показатели, используемые ОФ для оценки «флористической группировки региона» и «таксономического отдела», так как они, в строгом понимании, не относятся к самостоятельным иерархическим уровням организации, а их аналоги не используются в школе ЛЭМ.

Для удобства изложения анализ будем проводить последовательно по уровням организации.

Структурные элементы. Отдельные структурные элементы, из которых состоят талломы сложного морфологического строения, являются теми первичными «кирпичиками», которые составляют базовый фундамент иерархически организованной системы. Безусловно, погрешность измерения, допущенная на данном уровне, будет многократно возрасти на каждом последующем. Если из всего флористического состава черноморских макрофитов в качестве главного объекта исследования избрать лишь крупные многолетние виды, например, представителей *Cystoseira* (Good. et Wood.), а из дальневосточной флоры – представителей *Laminaria* (L.), *Palmaria* (Stackh), *Sargassum* (Decne.) Kütz. и т.д., как это делается в рамках школы ЛЭМ [2, 21], то методы прямого измерения поверхности групп органов по соответствующим геометрическим формулам будут вполне приемлемы (табл. 2., подход ЛЭМ). Если же возникает необходимость измерения удельной поверхности для всех видов флористического состава, в том числе и мелких форм, характерных для защищенных или эвтрофных вод, то требуется другое техническое решение. Задача оценки полной структуры черноморских, а тем более лагунно-лиманских фитоценозов, отличающихся большим представительством мелких форм, заставила ОФ разработать аллометрический метод расчета удельной поверхности. Данный метод решает технические трудности измерения (S/W)с мелких форм, так как базируется на наиболее доступных при измерении под микроскопом параметрах, функционально связанных с величиной удельной поверхности, – диаметре и толщине слоевища. Таким образом, на первом же этапе принципиальное отличие методов состоит в том, что ОФ не использует метод прямого измерения S и W с последующим соотношением этих величин, а сразу же, на основании морфозависимых параметров, рассчитывает величину S/W. Такое техническое решение проблемы определения удельной поверхности самых мелких форм также было крайне необходимо

для учета поверхности эпифитных видов, широко распространенных в эвтрофных водах северо-западной части Черного моря, которые нами учитываются как самостоятельные элементы сообщества, с небольшой массой, но высокими значениями удельной поверхности. Хотя наши коллеги из ЛЭМ и подозревают нас в том, что удельную поверхность сообщества, состоящего из крупного базифита и мелкого эпифита, мы вычисляем как среднеарифметическую величину по уравнению (15) ([23]- с.63, лев. кол., 2-й абз. сверху).

Отдельное растение (таллом, клетка). С методологической точки зрения, данный этап расчета требует количественного учета особенностей композиций элементов, слагающих уровень отдельного растения. Действительно, этот принцип легко соблюдается при способе расчета ЛЭМ, так как при соотношении суммарных величин S и W всех элементов, составляющих данный уровень, происходит автоматический учет их композиционного вклада. Каким образом решена эта методическая задача у ОФ? Композиционный учет вклада каждой группы структурных элементов в величину удельной поверхности сложного таллома происходит за счет членения таллома на группы структурных элементов, прямого измерения массы, расчета по пропорции величины поверхности каждой группы с использованием результатов, полученных при помощи аллометрических уравнений; а также соотношения полной поверхности сложного таллома к его полной массе (т. е. на последнем этапе, по аналогии с ЛЭМ) (см. пп.14.1 –14.6, с. 24 [16]).

Популяция. Если на предыдущих двух уровнях существующие различия, в основном, связаны с техническими особенностями методов, разработанных специально для работы с мелкими формами, то на данном уровне возникает ряд дополнительных отличий, связанных уже с различными исследовательскими задачами школ. У ЛЭМ специфика задач диктует использование показателей поверхности многоклеточных водорослей, в первую очередь, в

Табл. 2. Сравнительные особенности показателей и методов морфо-функциональной оценки водной растительности (школы ЛЭМ [23] и ОФ [16])
 Table 2. Comparative characteristics of indexes and methods of morpho-functional estimation of aquatic vegetation, used at the LEM [23] and OF schools [16]

Уровни организации	Основные показатели		Методы определения	
	ЛЭМ	ОФ	ЛЭМ	ОФ
Структурные элементы	<ul style="list-style-type: none"> • S k – поверхность группы органов; • W k – масса группы органов; • (S/W) k – удельная поверхность группы органов. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (S/W)сэ – удельная поверхность группы структурных элементов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Расчет поверхности группы органов по соответствующим геометрическим формулам (усеченный конус, цилиндр и т.д.) на основе измерения необходимых параметров. • Прямое измерение массы группы органов. • Расчет удельной поверхности группы органов путем соотношения поверхности к массе. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Расчет удельной поверхности структурных элементов по аллометрическим зависимостям [9] на основе измерения функционально зависимых морфологических параметров: для цилиндрических и шарообразных структур – диаметра, для пластинчатых – толщины слоевища.
Отдельное растение (таллом, клетка)	<ul style="list-style-type: none"> • (S/W)г – удельная поверхность целого растения. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (S/W)г – удельная поверхность таллома; ➤ (S/W)кл – удельная поверхность клетки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Расчет удельной поверхности целого растения путем соотношения суммарной поверхности групп органов, слагающих данное растение, к их суммарной массе. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Расчет удельной поверхности таллома путем соотношения суммарной поверхности структурных элементов слагающих таллом к их суммарной массе, с предварительным членением таллома на группы структурных элементов и прямым измерением их массы для определения композиционного вклада каждой группы.
Популяция	<ul style="list-style-type: none"> • (S/W)г – удельная поверхность разноморно-возрастных групп; • (S/W)р – удельная поверхность популяции; • Sp – общая площадь поверхности 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (S/W)п – удельная поверхность популяции (<i>макрофитобентоса или фитопланктона</i>); ➤ ИПп – индекс поверхности популяции (<i>макрофитобентоса</i>); 	<ul style="list-style-type: none"> • Расчет удельной поверхности суммарной популяции путем соотношения суммарной поверхности разноморно-возрастных групп, слагающих данную популяцию, к их суммарной массе. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Расчет удельной поверхности популяции макрофитобентоса, как средней величины входящих в нее талломов, при обязательном соблюдении метода шага отбора талломов на местности [5], отражающего размерную весовую гетерогенность популяции. ➤ Расчет удельной поверхности популяции фитопланктона как средней

<p>площадь поверхность популяции.</p>	<p><i>рофитобентоса или фитопланктона</i>).</p>	<p>пуляцию, к их суммарной массе.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расчет общей площади поверхности популяции, как суммы поверхности слагающих ее размерно-возрастных групп или на основании произведения ее удельной поверхности на массу.
<p>Сообщество (фитоценоз)</p>	<p>• (S/W)c – удельная поверхность сообщества; • Sc – поверхность сообщества.</p>	<p>• Расчет удельной поверхности сообщества путем соотношения суммарной поверхности локальных популяций, слагающих данное сообщество, к ее суммарной массе.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расчет поверхности сообщества, как суммы поверхностей слагающих его локальных популяций или на основании произведения его удельной поверхности сообщества на массу.
<p>величины удельной поверхности групп однородных клеток данного вида зафиксированных в пробах исследуемого участка экосистемы.</p>	<p>• (S/W)c – удельная поверхность <i>макрофитобентоса</i> или <i>фитопланктона</i>;</p> <p>• ИПС – индекс поверхности сообщества <i>макрофитобентоса</i> или <i>фитопланктона</i>).</p>	<p>• Расчет индекса поверхности популяций макрофитобентоса, как произведения удельной поверхности популяции на ее биомассу в расчете на квадратный метр субстрата.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расчет индекса поверхности популяций фитопланктона как удельного вклада популяций в величину индекса поверхности сообщества, который характеризует суммарную поверхность встречаемых в пробе клеток определенного вида в расчете на кубический метр водной толщи.
<p>• Расчет индекса поверхности популяций макрофитобентоса, как произведения удельной поверхности популяции на ее биомассу в расчете на квадратный метр субстрата.</p>	<p>• Расчет индекса поверхности популяций фитопланктона как удельного вклада популяций в величину индекса поверхности сообщества, который характеризует суммарную поверхность встречаемых в пробе клеток определенного вида в расчете на кубический метр водной толщи.</p>	<p>• Расчет индекса поверхности сообщества макрофитобентоса, как среднего значения удельных поверхностей ценопопуляций, входящих в состав фитоценоза.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расчет удельной поверхности сообщества фитопланктона, как среднего значения удельных поверхностей всех клеток различных видов, входящих в состав данного сообщества.
<p>• Расчет индекса поверхности сообщества макрофитобентоса, как суммарной величины индексов поверхности ценопопуляций, входящих в состав фитоценоза в расчете на квадратный метр субстрата.</p>	<p>• Расчет индекса поверхности сообщества фитопланктона, как произведения удельной поверхности сообщества на ее биомассу в расчете на квадратный метр водной толщи.</p>	<p>• Расчет индекса поверхности сообщества макрофитобентоса, как произведения удельной поверхности сообщества на ее биомассу в расчете на квадратный метр водной толщи.</p>

качестве физиологических, обменных параметров («контуров»). Главная исследовательская задача ОФ состоит в привнесении в структурные показатели оценки сообществ фитобентоса и фитопланктона функционального смысла, путем использования показателей поверхности в качестве «функциональных» коэффициентов при показателях биомассы макро- и микросообществ бентоса и планктона.

Одно из различий в методах расчета удельной поверхности популяции макрофитов у ЛЭМ и ОФ связано с проблемой трудоемкости прямого измерения внутривидовой морфологической неоднородности. При работе с популяциями крупных многолетних видов выделение и учет размерно-возрастных групп растений не представляет технической трудности. В соответствии с этим в подходе ЛЭМ учет особенностей композиций популяционного уровня происходит прямым путем, через учет параметров размерно-возрастных групп. Однако во флористическом составе черноморских фитоценозов существует большое количество видов, у которых прямое определение размерно-возрастной структуры популяции в принципе невозможно. При работе со всем флористическим составом, включая виды, для которых прямое измерение размерно-возрастной структуры является практически нерешаемой задачей (мелкие перепутанные популяции с трудно разделимыми талломами, например, у *Urospora penicilliformis* (Roth) Aresch., *Ceramium tenuissimum* (Lyngb.) J. Ag. и т.д.), возникает необходимость использования опосредованного метода, который бы решал задачу учета морфо-функциональной гетерогенности популяционного уровня. Эта задача в подходе ОФ была решена 15 лет назад при помощи метода, позволяющего учитывать морфологическое различие талломов, слагающих популяцию, путем отбора слоевищ с шагом определенной длины, зависящей от линейного размера вида [5].

Внешне уравнение расчета удельной поверхности популяции в нашем алгоритме,

действительно, выглядит как результат простого расчета средней величины удельной поверхности талломов в популяции (но, заметьте, талломы со специальным методом расчета S/W , учитывающим композиционное соотношение групп структурных элементов, и со специальным методом отбора, представляющим размерно-возрастную структуру популяции). И если в такое уравнение подставить входные данные, рассчитанные на предыдущих этапах, например, методом ЛЭМ, то, соответственно, можно получить результат, который и вызвал негодование наших коллег: «Очевидно, что уравнение (14) содержит ошибку: популяция, важнейшими структурными характеристиками которой являются телесные массы организмов и численности их размерных групп, лишаются этих характеристик» ([23] - с. 67, пр. кол., 2-й абз. сверху). Еще раз обращаем внимание читателей, что алгоритмы расчета ОФ разработаны как единая система последовательного использования специальных методов измерения и расчета и представляет собой «матрешку», позволяющую извлечь последующую куклу, только при открытии предыдущей.

Что касается расчета удельной поверхности популяции фитопланктона, то в силу особенностей как самого объекта, так и сложившихся методов его количественной обработки, существует техническая возможность прямого учета морфологической неоднородности популяционного уровня, путем подсчета численности клеток в одноразмерных группах, представляющих тот или иной вид. И в этом случае принцип расчета удельной поверхности популяции для фитопланктона по своей сути стоит ближе к методу прямого учета размерно-возрастной структуры популяций макрофитов, т. е. к методу используемого ЛЭМ.

При расчете общей площади поверхности популяции (ЛЭМ) или индекса поверхности популяции (ОФ) (см. соответствующий раздел табл. 2) к рассмотренным различиям добавляется еще и разница экологического смысла, который приобретают показатели.

Уравнения (5) и (9) ([23] - стр. 62), используемые ЛЭМ, при расчете S_p дают четкое представление, что это - абсолютная величина, характеризующая общую поверхность популяции, т.е. по сути дела, это - параметр «контура», так необходимый для изучения специальных физиологических функций.

В нашем случае, индекс поверхности популяции – ИПп является удельной величиной, связанной с биотопами фитобентоса (m^2 дна) или фитопланктона (m^3 водной толщи). В уравнении расчета индекса поверхности популяции ОФ используется не масса, а биомасса – гидробиологический показатель, содержащий в себе информацию о пространственно плотностных характеристиках популяции (см. пп.19.1 - 19.3, стр. 27 [16]). Таким образом, используемый нами индекс поверхности имеет совершенно иной экологический смысл. Показатель удельной поверхности, несущий в себе информацию об интенсивности обменных процессов вида на уровне отдельных морфологических структур, целых талломов (клетки) и структуры популяции, выступает в качестве коэффициента при биомассе, характеризуя потенциальные продукционные возможности вида.

Сообщество (фитоценоз). Различия и специфика принципов, используемых ЛЭМ и ОФ при расчете показателей популяций, сохраняется для уровня сообщества (см. соответствующий раздел табл. 2). В связи с этим, обвинения в наш адрес по поводу расчета индекса поверхности сообщества - «индекс поверхности вычисляет по (18), без учета масс входящих в сообщество видов, т.е. с неизбежной и непредсказуемой ошибкой» ([23] - стр. 63, пр. кол., 1-й абзац) - являются безосновательными. Легко убедиться, что как в случае с индексом поверхности популяции, так и в случае с индексом поверхности сообщества обязательно отдельно учитывается биомасса всех видов, отличающихся величиной удельной поверхности (см. пп.20.1 - 20.4, стр. 28 [16]).

Вышеприведенный анализ показывает, что при расчете морфо-функциональных показателей обе школы базируются на едином методологическом принципе учета свойств иерархических уровней организации растительных систем. Отличия, существующие в методиках расчета ОФ на уровне структурных элементов и отдельного растения, определяются техническими особенностями решения задачи определения удельной поверхности для мелких форм макрофитов с невыраженной размерно-возрастной структурой. Различные исследовательские задачи двух школ приводят к использованию сходных по форме, но несущих при этом различный экологический смысл показателей поверхности популяции и сообщества. При этом выявленные различия никак не могут быть основанием для обвинения в «ошибках» или отвержения подходов двух школ. Также совершенно очевидно, что вольное или «калечное» использование показателей одной школы для решения задач другой может привести к результатам, которые наши коллеги наглядно продемонстрировали с помощью иллюстративного материала своей статьи. При этом хочется подчеркнуть, что даже при таком критическом взгляде и тщательном поиске существующих различий, обе школы находятся в рамках единой методологии морфо-функционального подхода. Подтверждением этому может служить пример обсуждения закономерностей изменения удельной поверхности популяции цистозеры с увеличением глубины, рассмотренный в статье ЛЭМ. На примере цистозеры авторы рассматривают известную реакцию сообществ макрофитобентоса с глубиной снижать параметры поверхности из-за естественного снижения интенсивности абиотических факторов, обеспечивающих физиологические процессы. Несмотря на утверждение, что «...согласно расчетам по (14), удельная поверхность популяции цистозеры с увеличением глубины имеет тенденцию возрастать» ([23] - стр. 68, л. кол., 1-й абзац сверху), в наших исследованиях показано, что с

глубиной снижается не только значения удельной поверхности популяций слагающих фитоценозы, но и индексы их поверхности [10, 13]. Это - наглядный пример, подтверждающий несостоятельность и других «убедительных» графических иллюстраций наших оппонентов, где постоянно используется форма среднеарифметического уравнения (14) «расчеты по Г. Г. Миничевой», вырванная из контекста алгоритма расчетов школы ОФ.

Для того, что бы окончательно разъяснить, как нам кажется, субъективные претензии ЛЭМ не только относительно методов расчета ОФ, но и «интерпретации Г. Г. Миничевой роли параметров биологической поверхности растений в водных экосистемах», рассмотрим некоторые дополнительные возможности использования морфо-функционального подхода в морской экологии.

В 2001 г. в журнале «Альгология» за авторством К. М. Хайлова и Л. А. Сиренко, была опубликована работа [22], в которой высказывалась аналогичная по сути критика с точки зрения физиологов. Явная субъективность высказанных претензий к интерпретации использования нами показателей поверхности не дала тогда нам оснований начинать специальную дискуссию. Сейчас же, воспользовавшись предоставленной возможностью, привлечем материалы и данной статьи. Мы осознаем, что используемый нами термин «функциональная активность вида» при показателе удельной поверхности популяции, с физиологической точки зрения, может быть особо удобной мишенью для критики. При этом заметим, что авторство фразы «корреляция между фотосинтезом макрофитов и их удельной поверхностью составляет 0,76», которая, в числе других доводов, нами использовалась для обоснования термина «функциональной активности», а нашими оппонентами - и в статье 2001 г. (с.131) и в нынешней ([23] - стр. 73, пр. кол., 1-й абз. сверху), в качестве одного из аргументов несогласия с нашей позицией, принадлежит К. М. Хайлову [19], а у нас вы-

ступает лишь в качестве цитаты (с.33) [13]. Предлагаемая нами возможность использовать удельную поверхность популяций при биомассе моно- и полиценозов водной растительности в качестве функционального коэффициента, который раскрывает роль видов различной формы, размеров и морфологической структуры в первично-продукционном процессе, расширяет и вносит экологический смысл в термин «функциональная активность».

Воспользовавшись полезными результатами данной дискуссии для наведения порядка, уточнения смысла и исключения возникших недоразумений и нападок со стороны физиологов, ревностно охраняющих чистоту своих понятий, мы впредь будем предпочитать использование при показателе (S/W) термин – «экологическая активность». Аргументом в пользу данного решения также может служить тот факт, что удельная поверхность в качестве коэффициентов, оценивающих интенсивность функционирования, в первую очередь, используется для характеристики популяций и сообществ, т.е. главных объектов экологических исследований. Что же касается оценки пользы самого показателя в гидроэкологических исследованиях, вне зависимости от использования термина «функциональная» или «экологическая» активность, то можно привести лишь один пример, связанный с решением проблемы количественного прогнозирования флористической структуры сообществ.

Несмотря, на то, что нас обвиняют в нескромности приписывания себе *теоретических* заслуг, и что большая часть раздела «Об интерпретации Г. Г. Миничевой ...» посвящена критике количественного прогнозирования структурно-функциональной организации сообществ, мы вынуждены напомнить некоторые факты, отраженные в наших публикациях.

Более десяти лет назад нами была предложена возможность использования показателя удельной поверхности популяции в качестве коэффициентов экологической активности при флористической структуре сообщества

[6]. Впервые за долгий исторический период поиска биологических и экологических форм описания видового разнообразия был предло-

жен простой принцип количественного описания, пригодный для целей прогнозирования видового состава сообществ (табл. 3).

Табл. 3. Этапы биологической и экологической идентификации видового разнообразия. Переход к количественному описанию флористической структуры с помощью показателей удельной поверхности популяции S/W_n в соответствии со школой ОФ

Table 3. Stages of biological and ecological identification of the species diversity. Transition to quantitative description of floristic structure by the indexes of specific surface of population (S/W_p) in accordance with the OF school

Видовое разнообразие растительности	Система бинарной номенклатуры (К. Линей. Виды растений, 1761)	Теория «г-отбора» (Р. Мак-Артур, Е. Уилсон. Теория островной биогеографии, 1967)	Коэффициент экологической активности вида $(S/W)_n$ (Г. Миничева. Прогнозирование структуры фитобентоса с помощью показателей поверхности водорослей, 1990)
•	<i>Spirulina tenuissima</i> Kütz.	г-вид	1200
◆	<i>Oscillatoria nigro-viridis</i> Thwait.	г-вид	424
✦	<i>Kylinia virgatula</i> (Harv.) Papenf.	г-вид	270
★	<i>Pilaiella littoralis</i> (L.) Kjellm.	г-вид	140
✱	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	г-вид	111
✱	<i>Cladophora albida</i> (Huds.) Kütz.	г-вид	85
✱	<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Kütz.	г-вид	56
✱	<i>Ceramium elegans</i> Ducl.	г-вид	26
✱	<i>Cystoseira barbata</i> (Good. et Wood.) Ag.	к-вид	9
✱	<i>Fucus serratus</i> L.	к-вид	3

Ряд функциональной активности (РФА) [3] (извлекая для себя пользу из данной дискуссии, этот термин в дальнейшем мы, очевидно, заменим на «ряд экологической активности – РЭА) явился той методической находкой, которая позволила достаточно легко на основании общедоступных методов морфометрии количественно оценить функциональную (экологическую) значимость структуры – «формы» сообщества и тем самым решить проблему «слабого звена» в прогностической системе «фактор – функция – форма» [8, 13].

Идея этого простого приема, выполненная с помощью методологии морфофункционального подхода водной растительности, показывает принципиальные пути решения проблемы моделирования видового

разнообразия в целом для водных экосистем. И даже категорическое несогласие с данным положением наших оппонентов, которые, цитируя наш текст, в знак протеста сделали авторское выделение фразы «...возможно, аналогично водной растительности, решать задачу для любого уровня организации и типа биосообщества» ([23] - стр. 75), вряд ли сможет исправить или остановить ход развития этого подхода.

Касаясь же конкретной критики прогностической ценности нашего подхода, мы смогли выделить два четко сформулированных нашими оппонентами аргумента. Первый: «Очевидно, что ошибочные расчеты никакой основой для прогноза служить не могут» ([23] стр. 74, л. кол., 2-й абз. сверху) и второй:

–«Все это выполнено без учета сведений о динамике масс, образующих донную растительность» ([23] - стр. 74, пр. кол., 1-й абз. сверху). Что касается «ошибочности» расчетов, к этому вопросу мы уже возвращаться не будем. По поводу же массы донной растительности, если наших оппонентов не смущает вопрос, о том, чем мы вообще занимались в течение 25 лет, исследуя макрофитобентос, если основными параметрами для этого направления являются видовой состав и биомасса, то можно опять-таки заглянуть в столько раз цитируемый автореферат диссертации [12], чтобы обнаружить графики, на осях которых отложены эмпирические значения биомассы сообществ макрофитобентоса Дунай-Днестровского междуречья. Если же говорить серьезно, то любого исследователя, разрабатывающего новые методы, если он, конечно, не преследует афиристические цели, будет интересовать, как они работают на практике. Что касается прогнозирования изменения структурно-функциональной организации донной растительности под влиянием евтрофирования, включая возможность «просчитывать», как видовой состав, так значения биомассы и продукции сообществ, то, конечно же, мы проводили испытание нашей модели. Расчетные прогнозные варианты структуры растительности, полученные с помощью компьютерной программы, сравнивали с эмпирическими данными годовых съемок макрофитобентоса (включая все сезоны года) некоторых лиманов северо-западного Причерноморья. Соответствие эмпирических и расчетных данных составляло от 77 до 81 % [13].

И последнее, важное для пользы общего понимания, разъяснение физиологического и гидроэкологического различия использования параметра поверхности сообщества (фитоценоза) в соответствующей символике: S_c (ЛЭМ) и ИПс (ОФ). В ранее критикующей нас статье [22], в качестве обоснования ошибочности нашего подхода, и невозможности использования индексов поверхности для оценки продукционных свойств сообществ, приводится аргу-

ментация со ссылкой на работы известного физиолога растений Тооминга (с.131, 3-й абзац снизу [28]). Приводя уравнение потенциального роста растений по Сеппу и Тоомингу, в котором одним из параметров фигурирует интенсивность фотосинтеза в расчете на единицу поверхности растений, авторы, ссылаясь на авторитеты и собственное физиологическое видение, совершенно справедливо указывают, что: «...роль индекса листовой поверхности зависит от ФАР, структуры полога (она влияет на эффективность газообмена) и от углового положения солнца по отношению к пологу». Приведенный аргумент абсолютно справедлив, при использовании определенной поверхности сообщества (фитоценоза) в качестве параметра для расчета интенсивности различных функций. Поверхность сообщества – S_c может использоваться в качестве «контура», на который производится расчет обменных функций, непосредственно связанных с интенсивностью абиотических факторов. И в этом случае, действительно, не существует соответствия между продукционным процессом и поверхностью сообщества (рис., А). В отличие от этого, индекс поверхности сообщества – ИПс связан с продукционной функцией, т.к. отражает интегральную структурно-функциональную реакцию сообщества на комплекс абиотических факторов. Динамическое равновесие, обеспечивающее количественное соответствие в системе «фактор – функция – форма», позволяет через измерение «формы» с помощью ИПс судить как об интенсивности факторов, определяющих продукционный процесс, так и об интенсивности самого продукционного процесса растительного сообщества (рис., Б). В этом и состоит принципиальное различие физиологического и гидроэкологического использования параметра поверхности сообщества.

Таким образом, в гидроэкологической трактовке, морфо-функциональные показатели, приобретают новое качество, как меры экологической активности флористической структуры и связанной с ней интенсивности продукционного процесса, так и интегральных

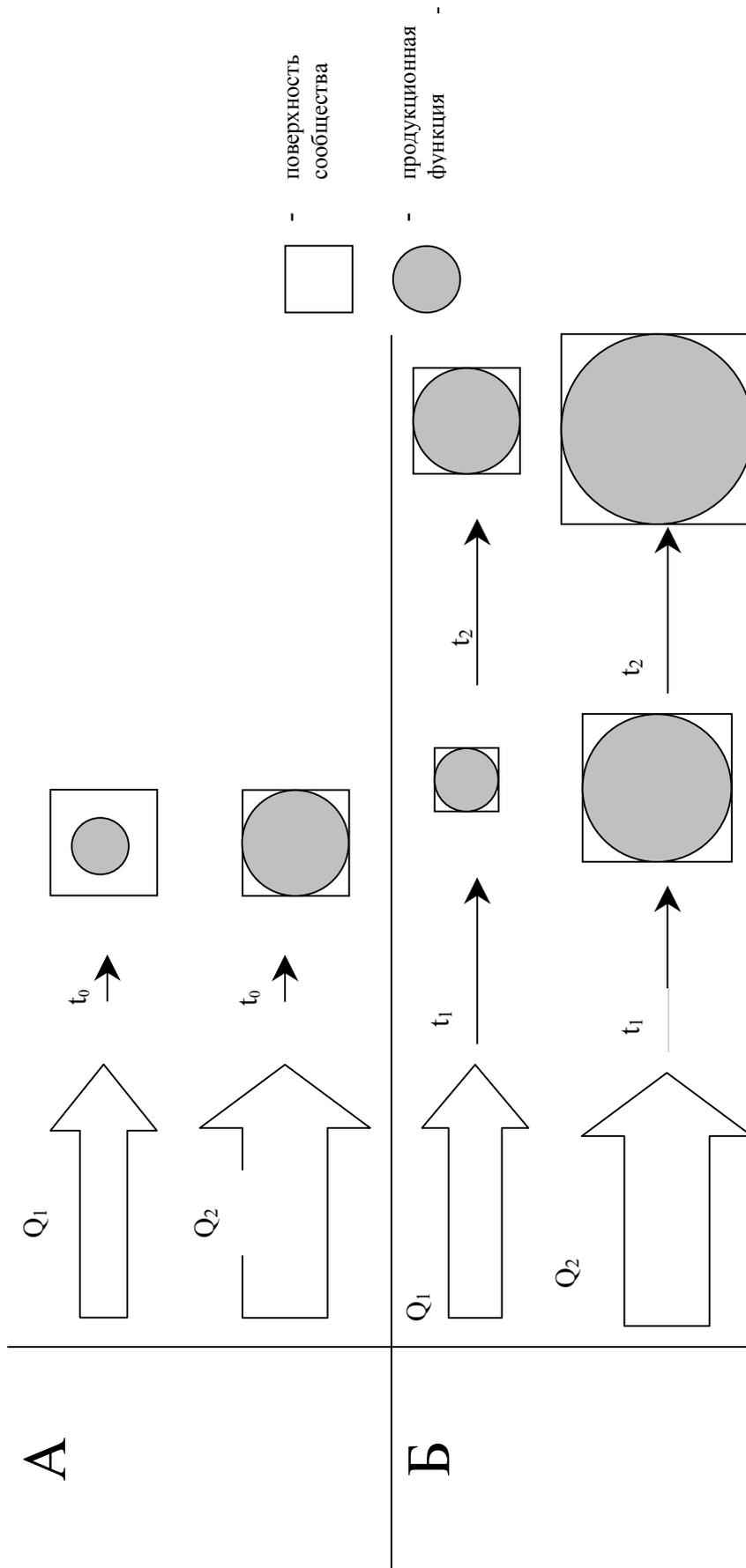


Рис. Методологические различия использования параметра поверхности сообщества (фитоценоза) для оценки обменных (физиологических) процессов в момент времени (t_0) в зависимости от действия абиотических факторов (Q) (школа ЛЭМ) – **А**, и для оценки интегральной реакции растительного сообщества на комплекс абиотических факторов (Q) за промежуток времени ($t_1 - t_2$) сопоставимой с перестройкой структурно-функциональной организации сообщества (школа ОФ) – **Б**.
 Fig. Methodological difference of the use of parameter the surface of community (phytocenosis) for estimation of exchange (physiological) processes in the moment of time (t_0) depending to abiotic factors (Q) (the LEM school) – **A**, and for estimation of integral reaction of vegetable community on the complex of abiotic factors (Q) for the time ($t_1 - t_2$) of comparable with reconstruction of structural-functional organization of community (the OF school) – **B**.

биологических параметров, отражающих интенсивность факторов, влияющих на автотрофный процесс. Данные качества делают их ценным практическим инструментом, как для прогноза изменения биологического разнообразия автотрофных сообществ, оценки продукционного потенциала водных экосистем, так и для экспресс-диагностики качества водной среды в условиях антропогенной нагрузки. В связи с этим, суждение наших оппонентов о том, что работы ОФ могут «негативно сказаться на природоохранных гидроэкологических мероприятиях», оставим на их совести.

В заключении необходимо сказать, что окончательную точку в данной дискуссии смогут поставить лишь практика и время - главные судьи в любом деле.

Выводы

✓ При развитии направления морфо-функциональной экологии водной растительности обе школы ЛЭМ и ОФ использовали единую методологию исследования динамичных иерархически организованных фитосистем. При этом исследовательские задачи школы ЛЭМ исторически были связаны с изучением обменных процессов и использованием физиологических методов. Школа ОФ развивалась на стыке морфо-функционального подхода и классических методов гидробиологии, а главная задача была связана с расширением возможностей функциональной оценки фитобентоса и фитопланктона.

✓ Выявленный ряд некорректностей, присутствующих в тексте статьи ЛЭМ [23]: - ссылки, на уравнения, взятые из контекстов работ ОФ, не связанных с методами расчета показателей поверхности; - использование единичных уравнений из полных алгоритмов расчета показателей, не дает основания рассматривать расчеты и иллюстративный материал, приведенные для демонстрации «ошибочных результатов» ОФ доказательным.

✓ При расчете показателей удельной поверхности обе школы используют принцип последовательной оценки иерархических

уровней организации и учета их композиционных особенностей. Отличия, существующие в методиках расчета показателей удельной поверхности ОФ, определяются необходимостью технического решения задачи определения удельной поверхности мелких форм макрофитов, с невыраженной размерно-возрастной структурой.

✓ В школе ЛЭМ показатели поверхности сообщества являются абсолютными величинами, и могут быть полезны при расчете потоков вещества, через «контур» растительного сообщества. В школе ОФ индексы поверхности являются удельными величинами, рассчитанными к m^2 дна произрастания фитобентоса или на m^3 водной толщи обитания фитопланктона, и могут быть полезны как интегральные биологические показатели оценки качества водной среды и интенсивности продукционного процесса растительных сообществ.

✓ Естественный процесс развития существенно отделил современные разработки ОФ от первоначальных задач, заложенных в отечественном направлении функциональной морфологии морских многоклеточных водорослей. Новые возможности применения показателей поверхности в диапазоне решения задач от прогнозирования флористической структуры сообществ до оценки качества водной среды демонстрируют высокий научный потенциал морфо-функционального подхода как инструмента исследования в морской экологии.

✓ **Благодарности.** Авторы статьи благодарят редакционный совет «Морского экологического журнала» за любезное предоставление своей трибуны для проведения данной дискуссии. Авторы приносят благодарность ближайшим коллегам и администрации Одесского Филиала ИнБЮМ за многолетнюю научную и организационную поддержку разрабатываемого научного направления. Несмотря на возникшую ситуацию, авторы статьи отдают должное научное уважение основателю отечественного направления функциональной морфологии морских многоклеточных водорослей, лидеру ЛЭМ, д. б. н. Кириллу Михайловичу Хайлову за многочисленные фундаментальные труды, которые послужили, в том числе, и исходной позицией развития школы ОФ.

1. *Алеев А. Г.* Экоморфология . - К.: Наук. думка, 1986. - 423 с.
2. *Ковардаков С. А., Празукин А. В., Фирсов Ю. К., Попов А. Е.* Комплексная адаптация цистозиры к градиентным условиям. (Научные и прикладные проблемы). - К.: Наук. думка, 1985. - 217 с.
3. *Косенко М. Н.* Сезонные ряды функциональной активности макрофитов Одесского залива. Тернопільський педуніверситет, Наук. зап. Серія біологія, 2001. - С. - 79 - 80.
4. *Миничева Г. Г.* Методические рекомендации по определению комплекса показателей, связанных с поверхностью водорослей-макрофитов / Одесское отделение Ин-та биологии южных морей АН УССР // Препринт. Одесса, 1987. - 19 с.
5. *Миничева Г. Г.* Показатели поверхности водорослей в структурно-функциональной оценке макрофитобентоса (на примере северо-западной части Черного моря): Автореф. дис... канд. биол. наук. - Севастополь, 1989. - 19 с.
6. *Миничева Г. Г.* Прогнозирование структуры фитобентоса с помощью показателей поверхности водорослей. // Ботан. журн. - 1990. - **75**, № 11. - С. 1682 - 1690.
7. *Миничева Г. Г.* Связь продукционных и морфологических параметров у пластинчатой водоросли *Porphyra leucosticta* Thur. // Экология моря. - 1991. - **37**. - С. 45 - 49.
8. *Миничева Г. Г.* Метод прогнозирования структуры и функции сообществ водной растительности в условиях эвтрофикации экосистем // Труды VI съезда ВГБО. - Ч. I. - Мурманск, 1991. - С. 72 - 73.
9. *Миничева Г. Г.* Аллометрический метод определения удельной поверхности водорослей-макрофитов // Альгология. - 1992. - **2**, №4. - С. 93 - 96.
10. *Миничева Г. Г.* Динамика и долговременные изменения параметров поверхности фитобентоса северо-западной части Чёрного моря // Гидробиол. журн. - 1996. - **32**, № 4. - С. 3 - 9.
11. *Миничева Г. Г.* Механизм формирования структурно-функциональной организации сообществ Деп ВИНТИ. - 1996. № 1414-В 96. - 33 с.
12. *Миничева Г. Г.* Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса: Автореф. дис... докт. биол. наук. - Севастополь, 1998. - 32 с.
13. *Миничева Г. Г.* Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса. - Дис... докт. биол. наук. - Севастополь, 1998. - 353 с.
14. *Миничева Г. Г.* Макрофіти / Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. - К.: Наук. Думка, 1999. - С. 418 - 428.
15. *Миничева Г. Г., Зотов А. Б.* Особенности внутриволюционной изменчивости удельной поверхности фитопланктона Одесского региона (Черное море). // Экология моря. - 2003. - Вып. 63. - С. 46 - 52.
16. *Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Косенко М. Н.* Методические рекомендации по определению комплекса морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / ГЭФ ПРООН Проект по восстановлению экосистемы Черного моря. - Одесса, 2003 - 32 с.
17. *Хайлов К. М.* Экологический метаболизм в море. - К.: Наук. думка, 1965. - 252 с.
18. *Хайлов К. М., Парчевский В. Н.* Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. - К.: Наук. думка, 1983. - 253 с.
19. *Хайлов К. М.* Два способа выражения интенсивности фотосинтеза у морских макрофитов в связи с их функциональной морфологией // Биол. моря. - 1984. - №6. - С. 36 - 40.
20. *Хайлов К. М., Ковардаков С. А., Миничева Г. Г., Шмелева В. Л.* Связь содержания хлорофилла, интенсивности фотосинтеза и роста с величиной удельной поверхности морских многоклеточных водорослей // Физиология растений. - 1991. - **38**, №2. - С. 346 - 351.
21. *Хайлов К. М., Празукин А. В., Ковардаков С. А., Рыгалов В. Е.* Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. - К.: Наук. думка, 1992. - 280 с.
22. *Хайлов К. М., Сиренко Л. А.* Биомасса и продуктивность водных экосистем: сравнительная оценка, прогноз / Альгология. - 2001. - **11**, №1. - С. 122 - 135.
23. *Хайлов К. М., Ковардаков С. А., Празукин А. В.* Биологические поверхности многоуровневых фитосистем и расчет их численных характеристик // Морской экологический журнал. - 2004. - **1**, №3 - С. 61 - 77.

24. Шмидт-Нюельсен К. Размеры животных: почему они так важны?: Пер.с нем. - М.: Мир, 1987. - 259 с.
25. Bertalanffy L. Quantitative laws in metabolism and growth // Q. Rev. Biol. - 1957. - 32. - P. 217 - 231.
26. Peters R. H. The ecological implications of body size. - Cambridge, 1983. - 425 p.
27. Littler M.M., Littler D.S. Morphological form and photosynthetic performance of marine macroalgae : tests of a of a functional-form hypotheses // Bot. Mar. - 1980. - 22. - P. 161 - 163.
28. Littler M.M., Littler D.S. The evolution of tal-lus form and survival strategies in benthic ma-rine macroalgae, field and laboratory tests of a functional form-model // American naturalist. - 1980. - 116, №1. - P. 25 - 44.
29. Littler M.M., Arnold K.K. Primary productiv-ity of marine macroalgae functional-form groups from southwestern North America // J. Phycol. - 1982. - 18, №3 - P. 307 - 311.

Поступила 15 июля 2004 г.

Possibilities of using of the methodical modes of morpho-functional evaluation of aquatic vegetation.

G. G. Minicheva, A. B. Zotov, M. N. Kosenko. In the framework of the morpho-functional ecology of aquatic vegetation trend, the features of approaches formulated by two schools, namely Laboratory of Ecological Metabolism (LEM) of IBSS headed by Dr. K. M. Khailov, and algae school of OB IBSS headed by Dr. G. G. Minicheva (OB) are analyzed. The similarities and differences in methods of measurement and calculation of specific and total surfaces of phytosystems at different levels of organization are discussed. It has been concluded to use a common methodological principle based on the morpho-functional properties of each level of hierarchical organization of vegetative systems. It has been shown that differences occurring in the calculations of surface parameters are not connected with methodical discrepancies but with the specifics of the objectives of two schools as: for LEM – the study of metabolic processes in the aquatic ecosystems, and for OB – broader possibilities of hydroecological methods of evaluation of phytobenthos and phytoplankton by using morpho-functional parameters. The authors consider that the use of formulas extracted from complete algorithm models to illustrate erroneous results is not correct. Basically, the OB method shows new possibilities for using of surface parameters for quantitative prediction of species structure of communities and qualitative evaluation of aquatic environment. The breadth of the objectives pursued by two schools and the occurring methodical divergences are only natural in the studying process of the diverse branches of morpho-functional trend that emphasize the intense development of current trends.

Key words: aquatic vegetation, surface parameters, phytobenthos, phytoplankton, prognoses

Можливості використання методичного апарату морфо-функціональної оцінки водної рослинності.

Г. Г. Мінічева, А. Б. Зотов, М. М. Косенко. В рамках напрямку морфо-функціональної екології водної рослинності аналізуються особливості підходів, які сформувалися в процесі розвитку двох шкіл: лабораторії екологічного метаболізму ІнБПМ під керівництвом д.б.н. К.М. Хайлова (ЛЕМ) і альгологічної групи Одеської Філії ІнБПМ під керівництвом д. б. н. Г. Г. Мінічевої (ОФ). Обговорюються схожість і розбіжність методів вимірювання і розрахунку питомої та загальної поверхні фітосистем на різних рівнях організації. Робиться висновок про використання єдиного методологічного принципу, який базується на обліку морфо-функціональних властивостей кожного рівня ієрархічної організації рослинних систем. Показано, що розбіжності, які існують в розрахунку показників поверхні, пов'язані не з методами розрахунків ОФ, котрі, за думкою ЛЕМ, «органічно ведуть до помилкових результатів», а з особливостями дослідницьких завдань двох шкіл: – вивчення обмінних процесів фітосистем в водних екосистемах (школа ЛЕМ); – розширення можливостей гідроecологічних методів оцінки фітобентосу і фітопланктону за допомогою морфо-функціональних показників (школа ОФ). У зв'язку з цим, використання окремих формул з повних алгоритмів розрахунку, для демонстрації помилкових результатів, є некоректним. Демонструються принципово нові можливості використання показників поверхні, для кількісного прогнозування видової структури угруповань і оцінки якості водного середовища. Підкреслюється, що широта завдань, які вирішуються двома школами, і викликана в зв'язку з цим відмінність методологічних засобів в школах морфо-функціонального напрямку, які розглядаються, є природним дослідницьким процесом і свідчить про інтенсивний розвиток напрямку на даному етапі.

Ключові слова: водна рослинність, параметри поверхні, фітобентос, фітопланктон, прогноз