

ПРОБ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

Институт биологии
южных морей ИЛІ УССР
БИБЛИОТЕКА
№ 35255

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974



ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ ВОДЯНИЦКИЙ — ГИДРОБИОЛОГ И ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

Разносторонние работы члена-корреспондента АН УССР В. А. Водяницкого внесли крупнейший вклад в познание океанографии и жизни Черного моря, в разработку проблемы биологической продуктивности морей, в сравнительное изучение биоокеанографии морей средиземного типа.

Характерной чертой научной деятельности В. А. Водяницкого было глубокое диалектическое мышление, способность видеть за отдельными частностями взаимосвязь и взаимообусловленность явлений в водоеме. Так, начав изучать ихтиопланктон Черного моря и обнаружив большое количество икринок и личинок различных видов рыб в его океанической части, В. А. Водяницкий проанализировал биологическую продуктивность Черного моря с новых позиций. По словам В. А. Водяницкого, «икринки шпрота, собранные в 1927 г., явились первым поводом для возникновения проблемы биологической продуктивности и промысловых запасов открытых вод Черного моря» (Тр. Севастоп. биол. ст., 8, 1954, стр. 423).

Полученные В. А. Водяницким данные о сравнительно высокой продуктивности Черного моря привели его к пересмотру ранее существовавшего представления о гидрологической структуре Черного моря.

В. А. Водяницкий неоднократно подчеркивал, что нельзя правильно оценить природу водоема, в частности Черного моря, если рассматривать его в отрыве от бассейна, в который он входит. Поэтому он организовал комплексное изучение морей средиземноморского бассейна, что позволило дать сравнительную количественную характеристику водоемов средиземного типа и выявить ряд интересных закономерностей.

Мы остановимся на обзоре трех ключевых направлений работ В. А. Водяницкого:

- 1) исследовании ихтиопланктона Черного моря;
- 2) изучении биологической продуктивности Черного моря и теоретической разработке проблемы биологической продуктивности морей;

- 3) теоретических аспектах вертикального перемешивания водных масс Черного моря.

В 30-х годах В. А. Водяницким впервые в Советском Союзе было начато изучение пелагических икринок и личинок рыб. К этому времени в ряде европейских стран подобные исследования приобрели большое значение. В течение уже нескольких десятков лет проводилось изучение морфологических признаков пелагических икринок личинок отдельных видов рыб. Наблюдения над пелагическими икринками и личинками были включены в программу «Постоянного международного совета по исследованию моря».

Видовое определение икринок и личинок рыб представляло большие трудности. Основным источником была работа Рафаэля, изданная в 1888 г., в которой содержалось описание пелагических стадий 50 видов средиземноморских рыб.

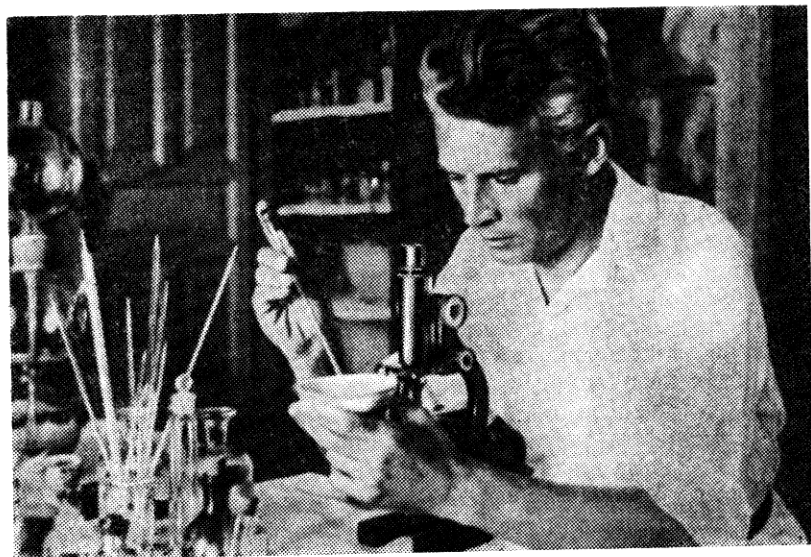
В своей первой работе по ихтиопланкtonу Черного моря В. А. Водяницкий дал описание строения и указал время нахождения в планктоне в районе Новороссийска икринок и личинок 17 видов рыб, а также таблицу для определения пелагических икринок и предличинок рыб Черного моря. Эти исследования послужили основой для решения крупных теоретических вопросов. Анализируя видовой состав, распределение и условия нахождения икринок и личинок рыб средиземноморского происхождения в Черном море, В. А. Водяницкий уже в 1930 г. в одной из своих работ сформулировал гипотезу о происхождении ихтиофауны Черного моря. Были установлены основные закономерности натурализации средиземноморских рыб в Черном море.

Наблюдения над пелагическими икринками и личинками значительно расширили сведения о биологии рыб Черного моря и дали новые представления, в частности о распределении и численности шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*), размножении морских мышей (*Callionymidae*), гребенчатого губана (*Ctenolabrus rupestris*) и некоторых других рыб.

Дальнейшие исследования ихтиопланктона, проведенные В. А. Водяницким, показали, что сведения о фауне рыб отдельных районов Черного моря, а также о биологии рыб вообще, основанные

на уловах рыб, не всегда соответствуют действительности как в отношении важных промысловых объектов, так и непромысловых, но имеющих большое значение в общей биопродукции моря.

Новые данные об иктиопланктоне Черного моря были обобщены в работе В. А. Водяницкого, опубликованной в Трудах Севастопольской биологической станции в 1936 г. В этой работе дается опи-



В. А. Водяницкий за изучением иктиопланктона (1936 г.).

сание икринок и личинок ряда рыб Черного моря, содержатся сведения о времени и условиях их нахождения в планктоне, дана уточненная и дополненная определительная таблица пелагических икринок и личинок рыб Черного моря. Эта работа в течение многих лет служила основным источником изучения иктиопланктона Черного моря. В 1954 г. на основании обобщения многолетних собственных наблюдений и литературных данных В. А. Водяницким совместно с И. И. Казановой был опубликован «Определитель пелагических икринок и личинок рыб Черного моря», который до настоящего времени служит главным пособием при изучении иктиопланктона Черного моря.

Данные о видовом составе, экологии и распределении пелагических икринок и личинок рыб в Черном море, а также литературные сведения об условиях их нахождения в Средиземном море послужили основанием для вывода, сделанного В. А. Водяницким, о значении экологии икринок и личинок рыб в общем процессе формирования иктиофауны Черного моря за счет натурализации в нем средиземноморских видов.

В. А. Водяницкий установил, что для всех видов рыб, известных к тому времени в Черном море, можно отметить один общий экологический признак: икринки и личинки тех средиземноморских видов рыб, которые вошли в состав фауны рыб Черного моря, в преобладающем числе случаев на всех стадиях развития держатся в верхних слоях воды. Если же пелагические икринки данного вида черноморских рыб в течение развития опускаются на дно, то эти рыбы в период икрометания приближаются к берегам. В Черном море нет тех средиземноморских рыб, личинки которых, по наблюдениям в Средиземном море, совершают значительные вертикальные миграции.

Положения, выдвинутые В. А. Водяницким, были полностью приняты Н. М. Книповичем и в основном подтверждены дальнейшими наблюдениями ряда исследователей.

Изучение пелагических икринок и личинок рыб, начатое на Черном море В. А. Водяницким, стало на Севастопольской биологической станции, а затем в Институте биологии южных морей, традиционным. В 1957 г. по инициативе В. А. Водяницкого была создана лаборатория ихтиопланктона, которая стала развивать исследования в разных направлениях. Продолжалось изучение строения, развития и экологии пелагических икринок и личинок. Было начато изучение питания и пищевых взаимоотношений личинок рыб, закономерностей процессов элиминации и выживания икринок и личинок массовых видов. В общем плане сравнительных исследований биологической продуктивности южных морей одной из основных задач лаборатории стало изучение строения икринок, личинок и условий размножения рыб, общих для Черного и Средиземного морей, пространственного и вертикального распределения и численности ихтиопланктона в разных районах южных морей.

Большое значение В. А. Водяницкий придавал исследованию строения и экологии молоди рыб. Работы в этом направлении стали особенно развиваться в последние годы.

На различных этапах развития гидробиологии перед исследователями возникали проблемы, которые в каждый данный момент определялись как центральные. В 40-х годах такой центральной проблемой была признана проблема биологической продуктивности водоемов. Одни моря исследовались в этом плане очень интенсивно (например, Баренцево), другие оставались еще мало изученными. На Черном море, которое в силу своего специфического режима считалось бедным в отношении биологических ресурсов, проблема продуктивности долгое время не разрабатывалась в должной мере. Положение изменилось коренным образом после выхода в свет работы В. А. Водяницкого «К вопросу о биологической продуктивности Черного моря» (1941), в которой последовательно рассмотрены все звенья цепи от биогенных элементов до хищных рыб в их количественных взаимоотношениях. Критически проанализировав имеющиеся данные по гидрохимическому режиму Черного моря, и учтя ошибки, вызванные применением различных методик, В. А. Во-

Водяницкий пришел к выводу, что содержание нитратов и фосфатов в поверхностных слоях Черного моря не только не ниже, чем в других морях, но даже выше, чем в большинстве морей и океанов. Было обращено внимание на то, что соотношение количеств нитратов и фосфатов в поверхностных слоях Черного моря носит аномальный для морей характер, а именно: относительное количество фосфатов слишком велико и при значительном развитии фитопланктона нитраты исчерпываются ранее фосфатов. Причиной такого соотношения этих веществ служит то обстоятельство, что в глубинных слоях происходит полное восстановление нитратов, вплоть до образования свободного растворенного азота, в то время как фосфаты не подвергаются такому восстановлению. В результате соотношение нитратов и фосфатов в глубинных слоях оказывается резко сдвинутым, а при смешении глубинных слоев с поверхностными водами этот признак восстановительной зоны выявляется и в поверхностных слоях. Поступление биогенных соединений из глубинных вод в поверхностные происходит, по мнению В. А. Водяницкого, не только в результате диффузии и вертикальной циркуляции при зимнем охлаждении, но в значительной степени под влиянием циклонических течений.

Анализ гидрохимического режима Черного моря и сопоставление его с другими глубоководными морями привели В. А. Водяницкого к заключению, что существующее мнение об обедненности поверхностных вод Черного моря биогенными веществами является ошибочным. Он писал, что «объективная картина содержания соединений азота и фосфора в поверхностных слоях Черного моря такова, что мы должны не только отказаться от распространенного мнения об обедненности этими биогенными веществами поверхностных вод Черного моря, но можем с полным основанием допустить, что имеющееся в настоящее время ненормальное обогащение поверхностных слоев его соединениями азота и фосфора происходит как за счет приноса с суши, так и за счет поступления их из верхних слоев восстановительной зоны» (Тр. ЗИН, 7, 2, 1941, стр. 23).

Рассматривая далее динамику развития фитопланктона в Черном море, В. А. Водяницкий отмечает, что вспышка развития диатомовых в зимне-весенний период обусловлена постоянным поступлением из нижних слоев биогенных веществ. Благодаря этому в течение зимне-весенних месяцев фитопланктон дает высокую продукцию, имея в каждый данный момент сравнительно низкую биомассу. Летняя продукция планктона в Черном море должна быть значительно ниже, чем зимне-весенняя, так как развитие фитопланктона в летнее время определяется в основном лишь тем количеством биогенных веществ, которое поступает в воду от разложения зимне-весеннего планктона.

Среди ряда биологов существовало мнение, что в Черном море различие в развитии жизни в неритической зоне по сравнению с океанической во много раз больше, чем в других морях. На многочисленных примерах и сопоставлениях В. А. Водяницкий опроверг

это представление и показал, что развитие жизни в прибрежной зоне Черного моря, лежащей в пределах континентальной ступени, отличается от его открытых районов примерно в той же степени, что и в других морях.

Используя имеющиеся данные по количественному развитию фито-, зоопланктона, фито-, зообентоса и микробов, В. А. Водяницкий определил их ориентировочную биомассу в Черном море, которая составила около 60—70 млн. *т*. При этом биомасса организмов планктона и бентоса области континентальной ступени превышает биомассу организмов открытых районов моря по абсолютной величине и по концентрированности жизни приблизительно в 10 раз. В. А. Водяницкий построил схему пищевых взаимоотношений черноморских рыб. Им было убедительно показано, что Черное море является не только местом нереста для значительного количества рыб, но и их кормовой базой. В. А. Водяницкий обратил внимание на то, что количественное преобладание в Черном море группы пелагических рыб над придонными, равное примерно 7 : 1, стоит в видимом несоответствии с количественным соотношением биомассы пищевой базы этих групп, т. е. планктона и бентоса. Так, если биомасса планктона в Черном море составляет около 15 млн. *т*, то биомасса бентоса — 40—50 млн. *т*. Это кажущееся несоответствие степени использования планктона и бентоса для построения биомассы рыб В. А. Водяницкий объяснил высокой удельной продукцией планктона по сравнению с бентосными организмами, а также более полным и прямым использованием веществ в системе планктон — рыба, чем в системе бентос — рыба. В. А. Водяницкий отметил в Черном море большое количество хищных рыб и дельфинов, что может служить показателем высокой рыбной продукции, а следовательно, и общего достаточно высокого динамико-трофического уровня моря. Произведя ряд расчетов, В. А. Водяницкий показал, что хищники потребляют до 95% количества планктоноядных рыб.

Детальный анализ имеющихся данных о количественном развитии отдельных групп организмов в Черном море, обобщение разрозненных материалов по этому вопросу и сопоставление их со сведениями о развитии жизни в других морях привели В. А. Водяницкого к выводу, что уровень продуктивности в Черном море следует признать не только не пониженным, а относительно высоким.

Это заключение стояло вразрез с существовавшим представлением о Черном море, но впоследствии было принято многими исследователями и подтверждено большим количеством фактических данных.

Большой интерес представляет теоретическая разработка В. А. Водяницким проблемы биологической продуктивности водоемов.

В настоящее время проблема биологической продуктивности сформулирована достаточно четко и современными исследователями воспринимается как сама собой разумеющаяся. После проведения

Международного биологического года (1968 г.) были предложены единая терминология и методы определения продукции. Иное положение существовало в 30—40-х годах. В тот период, когда В. А. Водяницкий изложил в печати свою точку зрения на проблему биологической продуктивности моря, в гидробиологии еще не было дано даже удовлетворительного определения содержания этой проблемы. Одни специалисты видели в проблеме биологической продуктивности водоемов лишь сугубо теоретический аспект, другие — считали ее узко прикладной. В. А. Водяницкий подчеркивал, что «разработка любого прикладного вопроса упирается в большие теоретические проблемы и нужно уметь в каждой конкретной области найти необходимые границы теоретических основ» (Тр. конфер. по вопр. рыбн. хоз-ва, 1951, стр. 487). Определяя содержание проблемы биологической продуктивности водоемов, он наметил цели ее разработки в двух направлениях — теоретическом и хозяйственном. В числе основных теоретических вопросов данной проблемы В. А. Водяницкий указал: 1) установление закономерностей количественного развития жизни в водоемах, рассматриваемого как результат взаимодействия видового состава водного населения с окружающими условиями, эксплуатационной и направляющей деятельностью человека и 2) разработку основ управления процессами продуцирования.

Хозяйственный аспект проблемы биологической продуктивности водоемов должен включать: а) научное обоснование количественных норм эксплуатации естественных запасов водных организмов; б) научное обоснование мероприятий по увеличению запасов и темпов воспроизводства промысловых объектов и их кормовой базы; в) разработку мероприятий по реконструкции фауны и флоры и ряд других вопросов.

Для решения поставленных задач основными предметами непосредственного изучения, как указывал В. А. Водяницкий, служат: 1) «наличие» организмов, выраженное в качественных и количественных показателях; 2) динамика биологических процессов в водоемах, выраженная в изменениях количества организмов и их химического состава, превращения вещества и энергии, вызываемых организмами в водоемах; 3) экология промысловых, массовых и кормовых организмов; 4) гидрологические и гидрохимические процессы, их влияние на количественное развитие организмов и обратное влияние; 5) воздействие хозяйственной деятельности человека на количественное развитие жизни в водоемах.

Интересны с экологических позиций рассуждения В. А. Водяницкого об отличии процессов продуцирования на суше и в водоемах. Своеобразие этой проблемы, отмечал он, заключается прежде всего в том, что из водоемов в качестве пищевого продукта извлекаются дикие животные, тогда как на суше они уже почти не имеют практического значения. Широко распространенное представление о том, что на суше продуцирование животного вещества на единицу площади значительно выше, чем в водоемах, по той причине, что в водоемах имеются более многочисленные пищевые цепи,

в значительной степени преувеличено. Если сравнивать естественный водоем с естественным лесом или степью, то увидим, что водоемы, как правило, дают гораздо более высокую животную продукцию, чем суша. В. А. Водяницкий подчеркнул особенность в соотношении продуцентов и консументов на суше и в водоеме. В морских условиях сравнительно огромная масса средних и конечных звеньев, т. е. животных, удерживается незначительной массой первичных звеньев, т. е. растений. Значение фитопланктонных организмов заключается не в их количестве в каждый данный момент, а в высокой энергии фотосинтеза, в способности воспроизводить в течение года много поколений, поставляя непрерывно пищу своим потребителям. Несколько граммов фитопланктона под квадратным метром поверхности моря представляет величину, резко отличную от веса растительности на квадратном метре суши как по абсолютной величине, так и по соотношению с количеством животных на той же площади.

Очень важно для понимания продуктивности водоема, писал В. А. Водяницкий, учитывать двойственный характер этого процесса: конструкцию и деструкцию. Образование на протяжении года определенного количества фитопланктона обуславливается не только однократным запасом биогенных веществ, количеством солнечной энергии и типом циркуляции водных масс, но и непрерывным совместным действием всех звеньев пищевой цепи, которые оказывают влияние на превращение вещества и на количественную регуляцию продуцентов. Продукция фитопланктона служит начальным этапом в процессах продуктивности, но не определяет их в окончательных величинах, так как сама зависит от последующих этапов и в значительной мере является их результатом. Поэтому представление о продуктивности водоема можно получить только при изучении всех этапов.

В. А. Водяницкий обратил внимание исследователей на общую закономерность количественного развития жизни в водоемах. Она заключается в том, что несмотря на значительные изменения по годам количественного развития отдельных групп организмов, а иногда их видового состава, в водоеме имеется некоторая «генеральная линия» количественного развития жизни. В. А. Водяницкий сформулировал это положение так: «все звенья пищевых цепей при данных условиях и данном видовом составе устанавливаются в таких взаимоотношениях, при которых общая интенсивность развития жизни, всех процессов обмена веществ и утилизации солнечной энергии была бы наивысшей» (Тр. Севастоп. биол. ст., 8, 1954, стр. 360). Если появляется возможность более эффективного использования вещества и энергии, то она будет использована наличными организмами (при изменении их физиологии) или вновь вселившимися.

В. А. Водяницкий ввел в гидробиологию понятие «поточного» и «циклического» типов продукционных процессов в водоеме. Первый тип продуцирования в основном базируется на аллохтонном материале, второй — на внутриводоемном обороте веществ, начинающемся с фотосинтеза растений.

В сравнительно недавнем прошлом некоторые ихтиологи ориентировали рыбную промышленность на внутренние водоемы, которые считались наиболее перспективными в отношении промысла, так как их продуцирование основывалось в основном на поступлении аллохтонного материала. Понятие о «циклическом» типе продуцирования, характерном для морей и океанов, особенно для открытых акваторий, заставляло обратить внимание на возможное развитие промысла и в этих районах. Как известно, в настоящее время именно на морской промысел приходится основная часть рыбной продукции.

В. А. Водяницкий подчеркивал, что количественное состояние популяции в определенный момент в основном есть следствие прошедших условий, а не существующих в настоящий период. При этом зависимые явления имеют свой особенный ритм и, будучи друг с другом тесно связаны, протекают в то же время по некоторым собственным путям. Для определения диапазона колебаний численности и биомассы организмов и выявления причин этих процессов, В. А. Водяницкий считал необходимым организацию многолетних режимных наблюдений в водоемах. Он придавал большое значение изучению энергетического баланса для характеристики интенсивности жизненных процессов в море. В. А. Водяницкий отмечал принципиальную ошибку, допускаемую у нас и за рубежом некоторыми исследователями, говорящими о круговороте вещества и энергии. Материя действительно претерпевает многократные превращения, которые трудно пока оценить количественно. Энергия же, однажды превратившись в теплоту в данном организме, выходит из циклического оборота и теряется для дальнейших превращений в пищевой цепи организмов. Поэтому энергия может служить для оценки интенсивности жизненных процессов в водоеме путем суммирования ее количества, ассимилированного растениями и расходуемого в последующих пищевых звеньях. В. А. Водяницкий предложил для обозначения общего потока энергии на единицу площади термин «трофико-энергетическая динамика» (т.-э. д.). Расход энергии должен определяться по измерению величины дыхания как самого фитопланктона, так и всех последующих консументов с учетом их возрастного состава. Однако фактический расход энергии еще ничего не говорит о продуктивности водоема в целом. Реальные величины продукции в вещественном выражении могут быть вычислены для тех организмов, для которых известны рост, размножение, питание и распад при дыхании на всех возрастных стадиях.

В. А. Водяницкий убедительно показал, что численность и продуктивность организмов в естественной водной среде не является прямой и непосредственной функцией кормности, а зависит от многих условий. Кормность зачастую понимали слишком узко, учитывая только пищу взрослых животных, в то время как конечная численность популяции определяется прежде всего условиями откорма личинок и мальков, т. е. совершенно другими пищевыми

объектами. Кроме того, наличие того или иного количества пищи еще не определяет степень ее полезного использования.

Намечая задачи изучения биологической продуктивности водоемов, В. А. Водяницкий подчеркивал необходимость сочетания систематических многолетних наблюдений в природе с эколого-физиологическими исследованиями отдельных массовых видов и популяций в эксперименте. При этом внимание исследователей должно быть обращено на все уровни жизни в водоеме от фитопланктона и микробияльного населения до рыб и водных млекопитающих.

Полученный В. А. Водяницким убедительный вывод о сравнительно высокой биологической продуктивности Черного моря встал в противоречие с принятой схемой водообмена в этом водоеме.

В науке установились твердые взгляды на Черное море как на водоем, разделенный по вертикали на две различные зоны, из которых верхняя, снабженная кислородом и населенная организмами, постоянно теряет свои питательные вещества, уходящие с «дождем трупов» вниз, а нижняя зона, более осолоненная, накапливающая эти вещества и различные продукты анаэробных процессов, в том числе сероводород, отдает лишь незначительную часть этих веществ верхней зоне только в результате очень медленно идущих диффузионных процессов. Для гидробиологов вопрос о взаимодействии нижних и верхних слоев и обмене веществ между ними был кардинальным, от которого зависело суждение об ежегодно повторяющемся продуцировании живого вещества. В. А. Водяницкий писал: «Вопрос о взаимодействии поверхностных и глубинных слоев в Черном море является основным вопросом, от решения которого зависят: понимание протекающих в Черном море физических, химических и биологических процессов, его промысловой продуктивности и, может быть, даже возможность в будущем управлять режимом Черного моря» (Тр. Севастоп. биол. ст., 6, 1948, стр. 386).

В. А. Водяницкий с позиций гидробиолога, стремящегося к построению комплексного представления о Черном море с учетом биологических данных, рассмотрел вопрос о водообмене через Босфор, общем балансе вод Черного моря, о взаимодействии его верхних и нижних слоев и о формировании солёности вод Черного моря.

Исходя из режима биогенных элементов в Черном море и факта куполообразности изоповерхностей, В. А. Водяницкий развил мысль о непрерывном опускании поверхностных вод в периферических районах циклонических течений и подъеме глубинных в средних частях халистатических областей.

В. А. Водяницкий высчитал, что если бы избыток пресной воды, получаемый ежегодно Черным морем, объемом не менее 500 км^3 , смешивался только с поверхностными слоями, подверженными термической конвекции, как это принималось ранее, то Черное море в поверхностных слоях должно было бы за последние 60 лет опресниться на 6‰ , чего в действительности не наблюдается. Из этого следует, что поскольку из Черного моря верхнебосфорским течением вытекает не пресная вода, а вода солёностью 18‰ , поступаю-

щие в Черное море пресные воды подвергаются глубокому перемешиванию. Подсчет показал, что для поддержания постоянной солености поверхностных вод (18‰), несмотря на систематическое поступление пресных, необходимо, чтобы последние ежегодно смешивались с шестикратным объемом (т. е. с 3000 км^3) глубинных вод. При этом величина вертикальной составляющей скорости должна быть равной около 30 м в год. Следовательно, заключает В. А. Водяницкий, срок, необходимый для продвижения глубинных вод к поверхности, измеряется не тысячами лет, как принимали геологи и гидрологи, а примерно 130 годами.

Исходя из того, что для достижения стабильности солености Черного моря, при любой ее величине, необходимо, чтобы отношение оттока и притока было обратно пропорционально солености двух босфорских течений и что Черное море, начав свой процесс осолонения от солености порядка 12‰ , достигло в настоящее время солености 22‰ , В. А. Водяницкий пришел к выводу, что в среднем за геологическое время существования Черного моря соотношение дебетов верхнего и нижнего босфорских течений равнялось приблизительно $3 : 2$. В настоящее время это соотношение должно быть таким же, поскольку многолетние наблюдения не обнаруживают заметных изменений солености ни на поверхности, ни на глубине.

В отличие от турецких исследователей, которые полностью (Ulliyott a. Ilgaz, 1946) или частично (Pectas, 1953) отрицали поступление средиземноморских вод в Черное море, В. А. Водяницкий предположил, что приток этих вод через Босфорский пролив происходит достаточно регулярно. Впоследствии это предположение блестяще подтвердилось работами гидролога А. К. Богдановой, которая, проведя тщательные многолетние наблюдения в прибосфорском районе Черного моря при разных ветровых режимах, постоянно фиксировала присутствие в придонном слое соленых мармороморских вод.

Чтобы представить характер хода осолонения Черного моря после прорыва Босфора, В. А. Водяницкий условно принял, что пропускная способность пролива оставалась одинаковой и вычислил, что соленость от начальной (12‰) в последующие шесть тысячелетий изменялась следующим образом: 16,4; 18,6; 20,2; 21,2; 21,8; 22. Процесс вначале шел очень быстро и постепенно замедлился. Создались условия для гибели прежней фауны и через 1—1,5 тысячи лет соленость оказалась достаточной для существования большого количества средиземноморских форм.

В. А. Водяницкий предложил новую схему внутреннего водообмена в Черном море. Вся водная масса Черного моря по этой схеме составляет единое целое с соподчиненными динамическими процессами во всех его частях. Основной вертикальный обмен В. А. Водяницкий представил как систему вращающихся вокруг своих осей струй течений, отбрасываемых в поверхностных слоях к периферическим частям двух халистатических областей и вызывающих своим

перемещением и вращением соответственные встречные перемещения в более глубоких слоях.

Верхний слой 0—70 м характеризуется мощной термической конвекцией в период охлаждения. Преобладающие поверхностные течения перемещают воды от средних частей моря к берегам и вдоль берегов против часовой стрелки. В средних частях моря происходит подъем вод из глубин, а вблизи берегов опускание вод в глубину.

Ниже 70 м лежит второй слой, куда термическая конвекция не проникает, но где тем не менее содержится растворенный кислород во все уменьшающемся к низу количестве, примерно до глубины 150—200 м. Второй слой — промежуточный — зона внутренних волн и турбулентного перемешивания.

Третий слой, примерно от 150—200 до 1000 м — в основном зона медленных обратных течений, перемещающих глубинную воду от прибрежных районов вниз, далее — к средним частям моря вверх. Эти движения достигают наибольшего развития в холодное время года, когда течения усиливаются и облегчается взаимное проникновение глубинных и поверхностных вод вследствие охлаждения последних. На глубине около 1000 м, возможно, лежит четвертый слой — зона турбулентного перемешивания медленно скользящих вод третьего слоя и более застойных и однородных вод пятого слоя, подверженного главным образом термической конвекции под воздействием нагревания снизу.

В. А. Водяницкий указывал на необходимость признания значительных вихревых движений во всей толще воды Черного моря, исходя из того, что непосредственное взаимное замещение одного объема поверхностных пресных вод и шести объемов глубинных вод невозможно и происходит только в виде многократного послойного перемешивания.

Новое представление о режиме вод Черного моря позволило В. А. Водяницкому активно выступить против предложения некоторых зарубежных ученых об использовании Черного моря в качестве «могильника» отбросов атомных производств. Он писал «... Черное море даже приближенно не может рассматриваться как водоем с застойными глубинами, изолированными от связи с поверхностными слоями» (Природа, 2, 1958, стр. 52). Следует помнить, подчеркивал В. А. Водяницкий, что любые вещества, оказавшиеся на глубинах, помимо механического переноса могут быть включены в биологические процессы. Так, микробы глубинных зон будут накапливать в себе различные вещества и при выносе в нижние слои кислородной зоны могут быть съедены планктонными животными, которые в свою очередь будут съедены рыбами. Таким образом, произойдет передача радиоактивных веществ от бактерий в тело рыб.

Можно было бы упомянуть еще целую серию гидробиологических исследований В. А. Водяницкого: количественный учет прибрежных биоценозов зарослей макрофитов, впервые примененный им на Черном море; изучение зоопланктона кубанских лиманов и озера Абрау-Дюрсо; определение запасов промысловых беспозвоноч-

ных Черного моря и др. Полный список работ В. А. Водяницкого опубликован издательством «Наукова думка» в брошюре «Володимир Олексійович Водяницький», 1972 г. (Сер. Бібліографія вчених Української РСР).

Делая обзор работ В. А. Водяницкого, необходимо указать на еще одну важную сторону его деятельности — научно-организационную. Он более 30 лет возглавлял Севастопольскую биологическую станцию. В. А. Водяницкий никогда не был сугубо кабинетным ученым. Ясно видя научную перспективу того или иного исследования, он создавал творческие коллективы, которые разрабатывали намеченные направления. Так было на организованной им Новороссийской биологической станции, но особенно ярко проявилось на Севастопольской биологической станции, которая под руководством В. А. Водяницкого выросла в Институт биологии южных морей АН УССР — большое биоокеанографическое учреждение.

В. А. Водяницкий придавал большое значение правильному сочетанию «классических», фундаментальных гидробиологических исследований с новыми направлениями. Основу работ как Севастопольской биологической станции, так и Института биологии южных морей составляло сравнительное изучение количественного развития жизни и продуктивности морских водоемов. Но при этом В. А. Водяницкий сумел внедрить в Институте «биологизацию» гидробиологии, т. е. изучение живых организмов в естественной природе и в эксперименте для определения обмена веществ и энергии у морских организмов, исследование их питания, развития, размножения, движения и т. д.

Даже краткий перечень тематики отделов и лабораторий позволит представить направление и объем работ, проводимых в Институте.

В отделе гидрологии и гидрохимии не только определяли фон гидробиологических процессов, но проводили исследования водообмена в Черном море и изучали режимы проливов в ряде морей средиземноморского бассейна. В. А. Водяницкий поддерживал организацию в отделе гидрологии и гидрохимии группы, изучающей процессы самоочищения моря с океанографических и биологических позиций. Были начаты работы по биохимии морской воды.

В отделах планктона и бентоса изучали распределение и продукцию как отдельных видов, так и всего фито-, зоопланктона, фито- и зообентоса в морях средиземноморского бассейна, Красном море, тропической зоне Индийского и Атлантического океанов. Следует заметить, что В. А. Водяницкий неоднократно предостерегал от излишнего увлечения экспресс-методами при определении продукции. Поэтому в Институте постоянно сочетались скоростные методы с углубленным изучением планктона и бентоса в ботаническом, зоологическом и физиологическом аспектах. Специальное внимание уделялось выявлению закономерностей в биологической структуре и продуктивности пелагических и донных сообществ.

Микробиологи исследовали состав и распределение бактерий и их роль в качестве биоиндикаторов гидрологических условий в южных морях. В кабинете масс-спектрометрии проводили исследование процессов азотфиксации в Черном море.

Сотрудники кабинета биолюминесценции определяли силу свечения морских организмов в зависимости от их видовой принадлежности и географической зональности моря.

В отделе ихтиологии проводили исследование состава и динамики ихтиопланктона, экологии личинок, мальков и взрослых рыб в южных морях в сравнительном аспекте. Лаборатория паразитологии изучала паразитофауну рыб и беспозвоночных в различных районах Мирового океана.

В отделе нектона развивалось оригинальное направление по изучению функциональных основ внешнего строения рыб и водных млекопитающих.

Сотрудники отдела экологической физиологии определяли энергетические траты у различных видов морских животных с целью определения продуктивности отдельных видов и популяций.

Отделы радиобиологии и обрастаний имели специальное назначение. В первом исследовали накопление радиоактивных элементов морскими организмами; во втором — изучали режим обрастаний подводных сооружений и кораблей.

Результаты исследований публиковались в Трудах Севастопольской биологической станции, в серии сборников «Биология моря» и в монографиях, большинство из которых редактировались В. А. Водяницким.

На Севастопольской биологической станции, а затем в Институте биологии южных морей были начаты широкие комплексные и тематические исследования в различных районах южных морей. На основании этих исследований установлены важные географические закономерности количественного развития разных уровней жизни, получены новые существенные данные по гидрологии, гидрохимии, санитарной гидробиологии и радиоэкологии.

Впервые идея о необходимости сравнительного изучения морей средиземноморского бассейна была выдвинута В. А. Водяницким в 1936 г. В докладе, прочитанном на 3-ем пленуме Группы географии и геофизики АН СССР, В. А. Водяницкий сформулировал основные проблемы сравнительного изучения средиземных морей.

«Сравнительное изучение цепи средиземных морей от Азовского моря до Гибралтара должно занять подобающее место в общей системе океанографических работ научных учреждений СССР, оно представляет значительный интерес не только для локального освещения основных вопросов океанографии и гидробиологии, но выдвигает и ряд самостоятельных крупных проблем. Нельзя не упомянуть также, что названные моря играют существенную роль и в народном хозяйстве СССР. Наконец, наш Союз, как обладатель значительного участка цепи средиземных морей, не должен оставаться

в стороне от международных работ по их изучению и, несомненно, может в этом деле играть руководящую роль» (Изв. Академии Наук СССР, 1937, стр. 57).

Важнейшими проблемами исследований В. А. Водяницкий считал следующие.

1. Изучение условий накопления органических веществ в глубинах морей и в грунтах в связи с вопросом нефтеобразования.

2. Сравнительное изучение теплового режима средиземных морей в связи с различиями в условиях вертикальной циркуляции вод в зависимости от распределения солености и выяснение влияния теплового баланса на климат окружающих стран.

3. Углубленное сравнительно-экологическое изучение распределения организмов с точки зрения геологической истории фауны средиземных морей и взаимного проникновения фауны типично морской и солоноватоводной.

4. Разработка вопросов трофической типологии морей в связи с различными условиями круговорота биогенных веществ в отдельных частях цепи средиземных морей.

5. Изучение миграций организмов между отдельными морями и биологического режима проливов, соединяющих моря. Вопрос этот важен как с точки зрения практических нужд рыболовства, так и с точки зрения изучения экологических условий формирования фауны отдельных морей.

В последующие годы в докладах и публикациях В. А. Водяницкий неоднократно возвращался к вопросу о необходимости проведения исследований в бассейне Средиземного моря.

В 1956 г. в докладе на Сессии Международной Комиссии для изучения Средиземного моря, проходившей в Стамбуле, В. А. Водяницкий сообщил о предстоящих экспедиционных исследованиях советских судов в Средиземном море.

В 1957—1958 гг. Азовско-Черноморский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (АзЧерНИРО) проводил рыбохозяйственные исследования в южной части Адриатического моря. Летом 1958 г. была осуществлена первая средиземноморская экспедиция на судне Севастопольской биологической станции «Академик А. Ковалевский» в Эгейское, Ионическое и Адриатическое моря. Результаты этой первой средиземноморской экспедиции получили высокую оценку в Президиуме АН СССР. Летом и осенью 1959 г. в Средиземном море работали уже четыре научно-исследовательских корабля. Были получены большие и разнообразные материалы по океанографии и гидробиологии морей средиземноморского бассейна.

Обобщая результаты исследований Севастопольской биологической станции в Средиземном море в 1958—1960 гг., В. А. Водяницкий писал: «Предпринимая работы в Средиземном море, мы отлично сознавали, что это море изучено во многих отношениях весьма основательно, и мы не можем рассчитывать на какие-либо крупные открытия. Нас привлекали главным образом задачи сравнительного

исследования ряда биологических процессов в разных частях средиземноморского бассейна, начиная от Азовского моря и до Гибралтара, в связи с нашими работами по продуктивности Черного моря. Мы имели в виду также почти полную неизученность открытых вод и глубин Средиземного моря в микробиологическом отношении и недостаточность данных о количественном развитии планктона и биологической продуктивности срединных районов моря, особенно в его восточной части. Эти сведения имеют очень большое значение для сравнения с соответствующими данными по Черному морю, в отношении продуктивности которого, как известно, существуют различные точки зрения, несмотря на наличие уже довольно обширного фактического материала» (Океанология, 5, 1961, стр. 791—792).

В 1958—1960, 1960—1961 гг. экспедиции проходили под руководством и при непосредственном участии В. А. Водяницкого.

В 1961 г. по инициативе В. А. Водяницкого Институт биологии южных морей начал исследования в Красном море, которое представляло большой интерес, с точки зрения биологической продуктивности, как тропическое море средиземного типа, лишенное речного стока.

В 1961, 1963 и 1966 гг. были проведены три экспедиции в Красное море и Аденский залив. Первую экспедицию в Красное море возглавил В. А. Водяницкий.

Работа в экспедициях выполнялась по следующим разделам: гидрология, гидрохимия, микробиология, фито-, зоо- и ихтиопланктон, бентос, нектон, физиология рыб и беспозвоночных, экология рыб и паразитология. Было изучено вертикальное распределение температуры и солености в осенний и зимний сезоны в Красном море, Баб-эль-Мандебском проливе и Аденском заливе. Специальное внимание было уделено изучению водообмена через проливы. Определено содержание кислорода, фосфатов, растворенного органического вещества и его отдельных компонентов, а также биохимическое потребление кислорода в различных районах Красного моря и в Аденском заливе. Получены данные по количественному развитию бактериальной жизни, видовому составу гетеротрофных бактерий и биохимической активности микроорганизмов. Проведены исследования видового состава и количественного распределения фито-, зоо-, ихтиопланктона и донных организмов. Выполнены экспериментальные работы по функциональной морфологии моллюсков, энергетическому обмену некоторых массовых форм зоопланктона и бентоса. Получены данные по паразитофауне рыб.

Третья экспедиция в Красное море и Аденский залив была тематической. В ней проводилось детальное изучение размножения и развития массовых рыб Красного моря, видового состава и количественного распределения ихтиопланктона и бентоса.

Широкое развитие биоокеанологических работ в бассейне Средиземного моря является громадной заслугой В. А. Водяницкого. Сформулировав задачи этих исследований еще в 30-е годы, В. А. Во-

дьяницкий последовательно добивался их осуществления, возглавил первые рейсы, направлял и развивал экспедиционные работы.

В. А. Водяницким создана школа морских гидробиологов. Под его руководством более 30 человек защитили кандидатские диссертации, несколько человек стали докторами наук.

Советское правительство высоко оценило научную и научно-организационную деятельность Владимира Алексеевича Водяницкого, наградив его орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, несколькими медалями. Ему было присвоено звание Заслуженного деятеля науки УССР.

Т. В. Дехник. М. И. Киселева

**VLADIMIR ALEXEYEVICH VODYANITSKY —
A HYDROBIOLOGIST AND ORGANIZER OF SCIENCE**

T. V. Dekhnik, M. I. Kisseleva

S u m m a r y

A review is presented of trends in researches performed by V. A. Vodyanitsky, Corresponding Member of the Ukrainian Academy of Sciences: studies of the Black Sea ichthyoplankton and development of the hypothesis on formation of the Black Sea ichthyofauna; studies of biological productivity in the Black Sea and a theoretical development of biological productivity in water bodies; development of a diagram for the Black Sea water exchange.

Organization activity of V. A. Vodyanitsky as director of the Sevastopol Biological Station and Institute of Biology of Southern Seas of the Ukrainian Academy of Sciences is also dealt with in short.