

С. А. Зернов

Общая гидробиология

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 57
ББК 28
С11

C11 **С. А. Зернов**
Общая гидробиология / С. А. Зернов – М.: Книга по Требованию, 2023. – 508 с.

ISBN 978-5-518-13841-4

Книга академика С. А. Зернова "Общая гидробиология", рассматривающая взаимоотношения между водными организмами и всей окружающей их живой и мертвой средой, не только заполняет собой пробел в учебной литературе, но и дает сжатое изложение современного состояния гидробиологии, этой сравнительно молодой науки, быстрыми шагами развивающейся у нас и за границей. Подобного рода руководств до настоящего времени не имелось ни в нашей, ни в иностранной литературе.

Для нашей страны, исключительно богатой морскими и пресными водами, с ее колоссальными рыбными ресурсами, только изучение во всей полноте жизни, населяющей воду, и всех определяющих водную жизнь факторов может лежать в основу рационального использования естественных производительных сил водоемов. В силу этого книга С. А. Зернова представляет собой незаменимое пособие не только для студента-вузовца, но и для ряда лиц, практически или теоретически работающих в самых разнообразных направлениях по изучению морских и пресноводных водоемов.

ISBN 978-5-518-13841-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

III. Толща воды и организмы, плавающие пассивно и активно	84
1. Удельный вес плазмы, планктические и нектические организмы; формы пловучести; сопротивление воды движению тел различной формы	—
2. Пассивная пловучесть; пути приспособления	86
Обилие воды	—
Уменьшение количества тяжелых веществ	87
Газовые и жировые включения	—
Слизистые и студенистые образования	91
Размеры планктеров, нанопланктические организмы; удельная поверхность	—
Конвергентные формы планктических организмов	94
3. Активное плавание	99
Жгуты и ресницы; методы и скорость плавания с их помощью	—
Мышечное плавание	100
Торпедная форма тела	—
Плавание путем эмеевидных изгибов тела и изгибания хвоста	101
Плавание с помощью рычагов	110
Принцип реактивного движения	112
Стабилизаторы и рули	—
IV. Поверхностная пленка воды	115
V. Дно бассейна и связанные с ним организмы	119
1. Прикрепленные формы (сидячие, сессильные)	120
Влияние сидячего образа жизни на организацию водных животных	—
Термины перифитон, оброст и нарост	121
Колониальные организмы и геологическое прошлое коралловых рифов	—
Принцип подъема прикрепленных форм вверх и конвергентные формы; подвижное и неподвижное прикрепление	122
2. Сверлящие формы	127
3. Закапывающиеся формы	128
4. Формы, свободно лежащие на дне бассейна; принцип уплощения тела и конвергентные формы	133
5. Формы, свободно двигающиеся по дну бассейна	135
6. Стереотропизм	137
7. Закономерные связи между весом и количеством бентических организмов, с одной стороны, и качеством грунта — с другой	—
VI. Движение воды и его значение в жизни водных организмов	138
1. Реки, течения, сгоны и нагоны воды, прибои, прилив и отлив и пр. Диапазон скорости движения	—
2. Роль движения воды в распространении водных организмов	140
3. Роль движения воды в распределении пищевых веществ	145
4. Реотропизм; органы боковой линии рыб и амфибий	147
5. Приспособление подвижных и неподвижных животных и растений к движению воды	148

Г л а в а п я т а я

Взаимоотношения водных организмов и растворенных в воде солей и органических веществ

I. Распределение и система водных бассейнов и их населения в связи с соленостью	155
1. Бассейны без солевых растворов (агалинны) и почти несоленые	—
2. Бассейны с солевыми растворами и их население	—
Обозначение солености	156
Диапазон и распределение общей солености по типам бассейнов	157
Морские (полигалинны) бассейны	—
Пресноводные (олигогалинны) бассейны	158
Общий очерк состава населения пресноводных и морских бассейнов	159
Соленоватоводные (мезогалинны) бассейны, связанные с морем	161
Пересолоненные (ультрагалинны) бассейны морского происхождения	163
Континентальные соленые озера	164
Бассейны двойственной солености	167
Сводка терминологии бассейнов в зависимости от солености и соответствующего им населения	168
Терминология отношений организмов к солености бассейнов	—
II. Непостоянство солености водных бассейнов	171
1. Изменение солености пресноводных и морских бассейнов	—
2. Реликты адаптивные и консервативные и происхождение пресноводных организмов	175
Реликты	—
Происхождение пресноводной фауны	180

III. Влияние на организмы процессов опреснения и осолонения	182
1. Наблюдения в природе	—
2. Данные опытов	185
3. Солевой анабиоз	187
IV. Двусторонний процесс зависимости организмов от солевого состава бассейна и солевого состава от организмов	—
1. Солевой состав морских и пресных вод	—
2. Бассейны особого химического состава	190
3. Соли и организмы	192
Извлечение солей организмами	—
Отложения в морских и пресноводных бассейнах, основные типы озер и озерных отложений. Историческое прошлое озерных отложений. Практическое значение сапропеля.	194
Осмотрительская связь с наружной средой морских, пресноводных и соленоозерных организмов.	211
Роль отдельных элементов солености. Защитное действие ионов.	216
Удобрение рыбных прудов	234
V. Органическое вещество	242
1. Количество органического вещества в морских и пресноводных бассейнах.	—
2. Загрязнение вод и показательные организмы	244
Самоочищение рек и деление организмов по сапробности: полимезо-олиго-сапробы	—
Биологическая очистка сточных вод	247
Загрязнение морских вод	249

Г л а в а ш е с т а я

Взаимоотношения водных организмов и растворенных в воде газов

I. Количество и пропорции растворенных в воде газов	251
II. Взаимодействие организмов и растворенных в воде газов	253
1. Газы и организм	—
Производство и потребление O_2 в водоемах	—
Морские бассейны. Сероводородное брожение в Черном море	254
Пресноводные бассейны. Стоячие воды; типы озер и количество кислорода	257
Реки и ключи	260
Замор в ряде водоемов и на реке Оби	261
2. Процессы дыхания у гидробионтов; ассимиляция CO_2	263
Сравнение процессов дыхания в воде, в атмосфере и в разных условиях солености	—
Отношение газов, потребляемых и выделяемых водными животными. Анаэробиоз. Роль газов в распределении водных животных	265
Отношение газов, потребляемых и выделяемых водорослями	271
Терминология отношений гидробионтов к кислороду окружающей среды	272
3. Общий очерк органов дыхания у гидробионтов	—
Приспособления животных к дыханию кислородом, растворенным в воде	—
Симбиоз водорослей и животных	277
Приспособления водных животных к дыханию атмосферным кислородом	—
Использование животными подводных и подледных скоплений воздуха	281
Приспособления к газообмену у высших водных растений	283

Г л а в а с е д м ь м а я

Взаимоотношения водных организмов и активной реакции (pH) воды

I. Общее понятие об активной реакции (pH)	285
1. Активная реакция, титрирование кислотность и щелочность, или щелочной резерв	—
2. Диссоциация воды и способы обозначения активной реакции	286
3. Буферные растворы	287
4. Начальные сведения в методах определения pH	288
5. Физико-химическое равновесие системы $CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- \rightleftharpoons R_2CO_3$	289
II. Диапазон и распределение pH в природных водных бассейнах	290
III. Зависимость pH среды от организмов и зависимость организмов от pH среды	291
1. Влияние организмов на pH среды	—
2. Влияние pH среды на организмы	293
Прямое и косвенное действие pH	—
Распределение организмов по водоемам с различными pH и терминология отношений организмов к pH	—

Другие области воздействия рН на организмы	295
Распределение организмов в пределах одного бассейна	—
Гидроионотаксис	297
Влияние рН на процессы размножения, дыхания, питания и пр.	—
3. Сравнение рН внутренней среды организмов с рН внешней среды	299

Г л а в а восьмая

Взаимоотношения между водными организмами и температурой бассейна.

I. Распределение организмов по бассейнам в связи с температурой.	300
1. Общий диапазон температуры в водных бассейнах	—
2. Морские воды	301
Температурный диапазон морских вод	—
Главнейшие области мирового океана, определяемые температурой верхних слоев	303
Тропические воды и основные черты их населения. Коралловые рифы и их геологическое прошлое	306
Воды умеренных и полярных областей и основные черты их населения. Би-полярные организмы	309
Область абиссали (глубин) мирового океана	312
3. Пресные воды	313
Температурный диапазон пресных вод и основное деление озер на типы по температуре	—
Тропические пресные озера	—
Полярные пресные воды и высокогорные озера	314
Пресные воды умеренной области	315
Горячие бассейны и источники (термы)	317
II. Восприятие температуры и термотропизм	318
III. Терминология отношений гидробионтов к температуре	—
1. Эвритермные (широкотепловые) и стенотермные (узкотепловые) организмы. Деление стенотермных на криофильных, иначе термофобных (холодолюбивых) и термофильных (теплолюбивых)	—
2. Деление организмов по областям: арктические организмы, субарктические, бореальные, субтропические и тропические	320
3. Деление организмов по температуре их тела: организмы с постоянной температурой, гомотермные, и организмы с переменной температурой тела, пойкилтермные	—
IV. Роль температуры в строении и жизни гидробионтов	—
1. Сезонные явления	—
Сезонные явления в жизни водоемов, связанные с температурой.	—
Времена года в воде	—
Годовая смена планктона	321
Годовая смена бентоса	323
Сезонные явления в жизни гидробионтов, связанные с температурой.	—
Периоды размножения гидробионтов, цветение воды.	—
Цикломорфоз	324
Цикличность и ограничение партеногенеза на севере.	328
2. Морфологические и другие особенности гидробионтов, обусловленные температурой	329
Морфологические особенности.	—
Величина холодноводных и тепловодных организмов.	—
Увеличение количества позвонков у северных рыб.	330
Большие подкожные скопления жира.	—
Годовые кольца у рыб и моллюсков.	331
Отложения Са	—
Особенности размножения	—
Стойкие стадии гидробионтов.	—
Сокращение времени развития на севере	334
Живорождение и уход за потомством у северных форм.	—
Образ жизни и особенности распределения	—
Изменение образа жизни более северных форм на юге .	—
Отсутствие биоценозов и литорали на крайнем севере	335
Температура тела гидробионтов и тепловой анабиоз	—
Пагон и криопланктон	336
3. Гидробионты и температурный коэффициент Вант-Гоффа ($Q_{10} = 2$)	338
4. Температура и другие факторы.	342
Температура и плавучесть организмов	—
Отношение организмов к S°/oo при разных температурах	343
Вертикальное распределение T° , O_2 , CO_2 и S°/oo	344

Температура и гелиотропизм.	344
Температура и пища	345

Г л а в а д е в я т а я

Взаимоотношения между водными организмами и светом

I. Световой диапазон и распределение света в воде.	346
II. Распределение вертикальных районов моря и пресных вод в зависимости от света, и основные черты их населения.	352
III. Фототропизм, или гелиотропизм.	354
1. Описание и вероятное объяснение фототропизма.	—
2. Влияние на фототропизм других факторов.	356
3. Фототропизм и геотропизм.	357
4. Фототропизм при двух источниках света	—
IV. Свет и движение	358
V. Распределение и суточная миграция планктона.	359
VI. Органы восприятия света и окраски	361
VII. Глубинные организмы и население подземных вод; органы зрения пещерных и глубинных животных, телескопические глаза.	367
VIII. Терминология отношений гидробионтов к свету	370
IX. Окраска воды и гидробионтов.	371
1. Окраска водных животных.	—
Общий обзор окраски гидробионтов и окраска ими водоемов	—
Зрение и окраска водных животных	373
Восприятие цвета водными животными	377
2. Распределение и окраска водорослей в морских и пресноводных бассейнах	—
X. Свечение моря и гидробионтов	379

Г л а в а д е с я т а я

Пищевые взаимоотношения водных организмов между собой и средой. Учение о пище (трофология)

I. Первопища, производители, потребители и восстановители (продуценты, консументы и редуценты).	384
II. Явления, осложняющие изучение пищи гидробионтов.	388
III. Особенности питания водных организмов.	389
1. Теория Плюттера о питании водных организмов растворенными органическими веществами.	—
2. Питание с помощью симбионтов. Внутриклеточный симбиоз.	395
3. Частичное переваривание пищи вне организма	396
IV. Пища водных животных и насекомоядных растений.	397
V. Способы лова пищи и номенклатура водных организмов по способу лова и по составу пищи.	413
VI. Химический состав пищевых организмов.	424
VII. Пищевые ряды и их экономическое значение.	426
VIII. Морфологические и другие особенности водных животных, связанные с пищей.	430
1. Пища и цикломорфоз	—
2. Годовые кольца у рыб и моллюсков	431

Г л а в а о д и н а д ц а т а я

Общее учение о производительности водоемов

I. Повторный обзор основных исторических, физических, химических и биологических факторов, влияющих на количество населения в водоемах.	433
II. Необходимость изучения биоценозов для определения производительности водоемов.	440
III. Биомасса и продукция.	442
1. Терминология	—
2. Сравнение биомассы и продукции ряда пресноводных и морских бассейнов.	443
Планктон	—
Бентос.	449
IV. Количественные отношения между растительностью, беспозвоночными животными и рыбой (первичная, промежуточная и конечная продукции). Коэффициенты F/B и P/B	459
Указатель литературы	462
Указатель предметов и имен	486

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ВОЗНИКНОВЕНИЕ, ЗАДАЧИ И РАБОТА ГИДРОБИОЛОГИИ

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ГИДРОБИОЛОГИИ

Гидробиология (от греческих слов *hydor*—вода, *bios*—жизнь, *logos*—слово) в настоящий момент ее развития может быть определена как наука, изучающая причинную связь и взаимоотношения между водными организмами и окружающей их средой, как живой, так и мертвый¹.

Под водными организмами, или гидробионтами, подразумеваются все живущие в воде существа: животные, растения и бактерии. Мертвая среда—это водный бассейн со всеми особенностями и физико-химическими свойствами его дна, воды и водосборной площади. Живая среда—это окружающие данный организм другие организмы.

Антитезой гидробиологии является, вернее должна еще явиться, аэробиология—наука, трактующая в том же разрезе жизнь организмов, окруженных воздухом, обычно называемых наземными. Изучение гидробиологических вопросов специально в отношении пресноводных бассейнов может быть выделено как лимнобиология, а в отношении морей и океанов—как океанобиология. Под терминами же лимнология и океанология надо понимать совокупность всех вопросов по естественно-историческому и физико-математическому изучению пресных вод, с одной стороны, морей и океанов—с другой. Практически гидробиологи работают обычно в той или иной из этих областей. Однако в предлагаемом курсе, посвященном преимущественно изучению взаимоотношений между гидробионтами и фактами среды, нет никаких оснований проводить это разделение.

В центре внимания гидробиологии в настоящий момент стоят три понятия: 1) водный организм, 2) сообщество, или биоценоз, водных организмов и 3) тип водного бассейна. Эти три понятия ряд авторов понимает как три ступени изучения и работы: первая—водный организм—идиографическая ступень; вторая—из ряда водных организмов составляется биоценоз—ценографическая ступень; третья—из ряда биоценозов составляется жизнь бассейна—лимнологическая или соответственно океанологическая ступень.

И водный организм и сообщество водных организмов гидробиология трактует с точки зрения их взаимоотношений с водной средой; о взаимоотношениях говорится потому, что не только организм и биоценоз зависят от водной среды, но и водная среда от них. Так например основная масса морских организмов может жить только в воде с соленостью около 35%, причем состав солей строго определен и постоянен; однако

¹ С. Н. Скадовский определяет гидробиологию следующим образом: гидробиология изучает закономерности биологических процессов, происходящих в водоемах, исследуя связи и взаимоотношения между водными организмами и окружающей их средой, как живой, так и мертвой.

сама эта соленость в самой основе своей зависит от населяющих море организмов. Многие организмы извлекают из моря для построения своих скелетов Ca, Si и ряд других элементов. После смерти этих организмов скелеты их частично растворяются в воде, но в основной своей массе они откладываются на дне морей. Соли, из которых построены скелеты, оказываются извлеченными из морской воды, и понятно поэтому, что без организмов соленость моря была бы выше и иной по процентному составу своих солей.

Третьим основным понятием в гидробиологии является тип водного бассейна. Типы эти определяются главным образом органической производительностью и всем круговоротом веществ, протекающими более или менее одинаково во всем ряде бассейнов, относящихся к данному типу.

Гидробиология стремится произвести учет всего круговорота жизни бассейна, начиная с основной пищи—зеленых и других растений, и через ряд этапов, через пищевые ряды, ряды поедания одних организмов другими, доводит его до рыб и человека; учитываются при этом все процессы размножения, поедания, смерти и разложения. Иначе говоря, при этом выясняется, в каком отношении стоят друг к другу все биологические свойства данного бассейна, с одной стороны, и все его гидрографические и гидрографические особенности—с другой.

В озерах так называемого олиготрофного типа, с малой производительностью растительного планктона, почти все отмершие организмы целиком разлагаются, целиком минерализуются, и круговорот жизни в олиготрофных бассейнах есть процесс почти нацело обратимый; за счет неорганических веществ появляются растения, растениями питаются животные, животные и растения умирают и целиком распадаются на неорганические соединения; из последних снова слагаются растения, затем снова животные и т. д. В озерах другого, эвтрофного типа, при богатом растительном планктоне, целиком разлагается только часть отмерших организмов; значительная часть органического вещества в том или ином виде отлагается на дне озера (сапропель, гиттия); круговорот жизни в эвтрофных озерах обратим только отчасти. Наконец в дистрофных торфяных озерах, с кислой водой, отмершее органическое вещество почти не разлагается, и круговорот жизни в них почти необратим. Этим основные типы связаны в природе рядом переходов, выявление которых является одной из ближайших задач гидробиологии.

Схематически основы всего высказанного можно изобразить следующим образом:



В соответствии с тем определением гидробиологии, которое было дано выше, исследовательская работа в области гидробиологии развертывается прежде всего по двум основным направлениям—хорологическому и экологическому. В применении к гидробиологии задача хорологии—изучение распределения в пространстве водных организмов, сообществ водных организмов и типов водных бассейнов; задача же экологии

логии—изучение приспособления водных организмов к окружающей среде¹.

Однако совершенно очевидно, что изучение всего того комплекса проблем, который возникает в гидробиологии в отношении трех ее основных единиц—водного организма, сообщества водных организмов и типа водного бассейна, не может быть проведено изолированно, вне связи с теми различными путями, по которым вообще работает в настоящее время биология. Важнейшие из этих путей (помимо двух указанных выше)—систематика, морфология, физиология, хронология (как одна из задач палеонтологии, заключающаяся в выяснении последовательности в появлении и смене организмов в истории земли) и эволюционное учение (включая в последнее и генетику). В применении специально к гидробиологии задача физиологии и морфологии например должна заключаться в выяснении тех специфических особенностей физиологии и морфологии водных организмов, которые определяются жизнью в воде; задача хронологии—в выяснении исторической последовательности, в которой шло развитие биоценозов и водных бассейнов того или иного типа, и т. п.

На многие из вышеуказанных путей гидробиология еще не вступала, поскольку она является наукой крайне молодой сравнительно с зоологией, ботаникой и прочими дисциплинами, на которых она базируется. Гидробиология как синтетическая наука могла конечно развиться лишь после того, как ее базовые науки достигли определенной стадии развития.

II. РАЗВИТИЕ ГИДРОБИОЛОГИИ И ЕЕ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

К образованию гидробиологии как самостоятельной науки привели три пути. Первый путь—иадение рыболовства, сначала в пресных, а затем и морских водах, поскольку при современных орудиях лова оказались исчерпаемыми даже пищевые запасы моря, которые прежде считались неисчерпаемыми. Второй путь—развитие морских и пресноводных биологических станций, которые сначала были основаны как подсобные учреждения для морфологических и эмбриологических работ, а затем уже в силу вещей должны были обратиться к гидробиологическому изучению водоемов. Наконец третий путь—загрязнение фабричными и городскими отбросами пресноводных, а за последнее время и морских водоемов. Морские биологические станции стали развиваться с семидесятых годов прошлого столетия; пресноводные—с девяностых; в Западной Европе рыболовство стало падать в пресных водах с пятидесятых, а в море—с семидесятых годов. Поэтому понятно и позднее обособление гидробиологии как теоретической науки, вызванной к существованию вышеуказанными, поздно проявившимися потребностями жизни.

Если считать моментом обособления науки появление специальных журналов, то такой датой для гидробиологии являются годы 1906 и 1908; в 1906 г. начал выходить «Archiv für Hydrobiologie» («Архив гидробио-

¹ Тинеманн полагает, что распределение водных животных зависит от трех групп факторов: исторических, топографических и экологических. Под топографическим фактором подразумеваются топографические границы, которых организм не может переступить; экологические факторы разделяются на физиографические и биоценетические.

Физиографические факторы: а) гидрографические факторы—гидромеханика, гидравлика, гидрофизика (термика, оптика), гидрохимия; б) географо-геологические факторы—форма, расчленение, глубина, объем воды, географическое положение, высота, морфометрия, материнская порода.

Биоценетические факторы: условия питания, размножения, дыхания, защиты.

логии») под редакцией сначала Цахариаса, а затем Тинеманна, а в 1908 г.—«Internationale Revue der gesammten Hydrobiologie und Hydrologie» («Международное обозрение общей гидробиологии и гидрологии») под редакцией Вольтерека. «Русский гидробиологический журнал» стал выходить с 1921 г. под редакцией А. Л. Бенинга.

В России лимнологическая ветвь гидробиологии возникла в период 1886—1893 гг., укрепилась в период 1893—1910 гг. и значительно развилаась в период после 1910 г., когда начало работать по гидробиологии большое количество молодых ученых как в Москве и Петербурге, так и в провинции. После революции 1917 г. в СССР возник целый ряд новых учреждений, связанных с гидробиологией, и укрепилось и улучшилось положение старых. Приблизительно параллельно лимнологии развивалась в России и затем в СССР и океанология, но сводки по этому вопросу пока еще не имеются.

Пути, приведшие к развитию гидробиологии, можно описать несколько подробнее следующим образом.

1. Интересы рыболовства и количественное определение производительности морских и пресных вод

Человек начал питаться рыбой и другими пищевыми продуктами, даваемыми морем и пресными водами, с первых моментов своего возникновения на земле. Человек каменного века, как палеолитической, так и неолитической эпохи, несомненно был прежде всего охотником и рыболовом; выработанные им орудия рыболовства—гарпуны, крючки и сети, мало меняясь в основных чертах своей конструкции, прошли через всю историю человечества вплоть до нашей эпохи. По берегам Дании до сих пор сохранились во многих местах кучи кухонных отбросов неолитического человека; эти кучи размерами до 300 м длины, 50—60 м ширины и от 1 до 3 м высоты представляют собой целые плотины, сложенные из раковин съедобных моллюсков (устриц, сердцевидок и пр.), костей рыб, птиц и млекопитающих. У нас, в пределах СССР, на Оке были найдены подобные же кучи отбросов из раковин пресноводных моллюсков, костей и кремневых орудий.

И в дальнейшем развитии истории человеческой культуры различные социально-экономические формации всегда были тесно связаны с более или менее обширными водными бассейнами. Египетская культура развилаась вдоль по Нилу; ассирио-ававилонская или халдейская—по Тигру и Евфрату, китайская—по Хуан-Хе; финикийская и эллинистическая культуры расцвели по внутренним морям—Средиземному и Черному. С развитием эпохи торгового капитализма связан тот, уже далекий период 1492—1522 гг., когда генуэзец Колумб пересек Атлантический океан и открыл Америку, португалец Васко де Гама обогнул с запада Южную Африку и впервые прошел Индийским океаном в Калькутту, а судно соотечественника Васко де Гамы Магеллана совершило первое кругосветное плавание. Таким образом вода бесконечно долгое время оставалась в центре внимания человечества, и можно было бы думать, что гидробиология как наука о жизни в воде должна быть одной из древнейших наук. Этого однако не случилось, потому что сравнительно очень долго не замечалось (по крайней мере в Европе), чтобы количество рыбы и других продуктов, даваемых морем и пресными водами, уменьшилось настолько значительно, чтобы явилась необходимость бороться с этим уменьшением. Даже еще в 1899 г. серьезные ученые, как Мак Интош, утверждали, что запасы моря «неистощимы».

В определенных местах и в определенное время даже и теперь количество вылавливаемой рыбы является колоссальным. По кавказскому

побережью Каспийского моря обычного типа большой невод за одну тоню дает до 200—250 т сельди. Современный рыболовный пароход, траулер, у нас в Баренцовом море, на Канинских банках, в среднем за несколько часов работы берет до 15 ц рыбы, а отдельные подъемы доходят до 60 ц.

Однако под влиянием деятельности человека вследствие общего усиленного перелова, вылова мальков и неполовозрелых особей, а также вследствие загрязнения вод отбросами все растущих городов, фабрик и заводов нормальная производительность бассейна в отношении рыбных продуктов понижается и может быть приведена к нулю. Насколько быстро современные орудия лова могут понизить количество вылавливаемой рыбы, показывает пример развития английского траулевого промысла в Баренцовом море. В 1906 г. англичанами было сделано 5 рейсов; через 6 лет, в 1911 г., число рейсов дошло до 306, а через следующие два года упало до 108 вследствие резкого уменьшения количества камбал—основной рыбы, за которой охотились эти траулеры. С начала девяностых годов траулеры стали покидать Северное и Ирландское моря, так как оказалось, что эти моря уже не в состоянии давать такого количества рыбы, какое они давали в период 1850—1880 гг. У нас разительным примером уменьшения количества рыбы вследствие перелова является Азовское море; уменьшение уловов осетровых, а также судаков и тарани началось в восьмидесятых годах, но еще в 1893 г. улов определялся в 90 тыс. т; через 17 лет, в 1910 г., он уменьшился более чем вдвое и составлял всего 35 тыс. т, за те же годы улов Черного моря пал с 46 до 10 тыс. т, т. е. уменьшился более чем вчетверо.

Оскущение рыбой вод Европейской России началось приблизительно с шестидесятых годов, с момента развития промышленности в центральной области и увеличения населения на юге. В Западной Европе процесс этот начался еще раньше. В общем можно сказать, что в Европе уменьшение рыбных запасов в пресных водах стало чувствоваться с пятидесятых, а в морских водах—с семидесятых годов прошлого столетия.

С того момента, когда частью совершившееся, частью грозящее уменьшение рыбных запасов стало несомненным фактом, понадобились сведения о нормальной производительности водных бассейнов, о количестве живущей и могущей жить в них рыбы и прочие материалы, которые могли быть получены только в результате специальных научных исследований.

Первые ответы на эти вопросы дал профессор физиологии Кильского университета Виктор Гензен, основатель и главный работник комиссии по научному исследованию германских морей, начавшей свою деятельность с 1870 г. В 1877 г. с помощью специальной конусной сетки для вертикального лова плавающих в море яиц камбал и трески он установил, что за период икрометания в Экернфердской бухте Кильского залива таких яиц под 1 м² поверхности моря имеется в среднем около 370 штук. Выловленная в той же бухте рыба, если бы она не была поймана, а могла бы размножиться, дала бы еще около 110 яиц под той же единицей поверхности моря. Сопоставляя 110 яиц неотложенных с 370 яйцами отложенными, можно сказать, что человек вылавливает ежегодно в этой бухте около одной четверти и быть может до половины всей половозрелой камбалы и трески.

Таким образом впервые в отношении количества рыбных запасов моря вместо голословных заявлений о его неисчерпаемых богатствах, с одной стороны, и жалоб на гибель рыболовства вследствие перелова—с другой, Гензеном были даны цифры, основанные на фактических наблюдениях.

Определение количества плавающих в море рыбных яиц побудило Гензена пойти дальше и обратить внимание на письму и первоисточники

пищи для выходящих из яиц личинок рыб. Вертикальные ловы с помощью специальной конусной сетки из частого шелкового сата с входным отверстием определенного размера дали впервые возможность количественного определения планктона, каковым термином Гензен обозначил уже прежде известное, в основе микроскопически мелкое население открытых вод, состоящее из водорослей, ракообразных и других организмов, не связанных с дном бассейна.

Вышедшая в том же 1887 г. работа Гензена «Об определении планктона, или носимого морем материала из животных и растений» явилась началом новой эпохи в исследовании как моря, так и пресных вод. В этой работе Гензен обращает внимание на то, что первоисточником органической пищи в морях и пресных водах являются водные растения, особенно водоросли; они при содействии солнечной энергии образуют органическое вещество из солей и газов, растворенных в воде. Водорослями питаются ракообразные, служащие основной пищей многих плавающих рыбьих мальков и части взрослых рыб, как сельди, макрель и др. Планктический лов получается в виде осадка, объем которого можно измерить, взвесить и анализировать, и, зная столб воды, прошедшей через вертикально идущую сетку, можно определить количество планктона под 1 м² поверхности моря. Этими работами Гензена было положено начало количественного определения производительности моря; впервые было сделано нечто совершенное подобное тому, что уже давно применялось для обозначения и сравнения урожайности почвы агрономами, которые говорят об объемном или весовом количестве урожая на единицу (гектар или десятину) засеянной площади.

В 1896 г. Аштейн издал работу «Пресноводный планктон», в которой он применил идеи Гензена к изучению пресных вод. Результаты исследований планктона показали очень скоро, что состав и количество планктона не одинаковы в различных частях моря, а в одной и той же части меняются в течение года. Причиной этого явления по работам Брандта оказались местная разница и годовые изменения в физико-химических условиях воды, и таким образом была установлена безусловная необходимость вести биологические исследования водных бассейнов в тесной связи с физико-химическими. Работы Гензена, Аштейна, Брандта и их сотрудников с первых же шагов нашли целый ряд последователей и подняли интерес к исследованию вод во всех государствах Европы; интересы рыболовства и надежда получить большие практические выводы привели к организации в 1902 г. Международной комиссии по исследованию морей, в которой приняли участие 10 государств Европы и которая кроме чисто ихтиологических ведет и большие гидробиологические исследования, особенно в области изучения планктона.

В вопросах о производительности бассейнов планктические работы очень долго занимали первенствующее место. Однако во втором десятилетии XX в. стала ясна громадная роль в этом деле и донных гидробионтов. В 1909 г. Петерсен, заведующий Датской гидробиологической станцией, ввел специальный прибор — дночертатель для количественного определения донной фауны. Дночертатель вырезает со дна бассейна определенную площадь грунта со всем его населением. Ряд взятых проб может дать весьма точный материал по вопросу о количественном и качественном составе придонного населения всякого бассейна.

Методика Гензена и Петерсена и ее улучшенные видоизменения дают теперь в руки исследователей водных бассейнов возможность учета всего