

**С. А. Зернов**

# **Общая гидробиология**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 57  
ББК 28  
С11

С11 **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 лечь 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 первоизданном 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; формулы пловучести; сопротивление воды движению тел различной формы. . . . .	—
2. Пассивная плавучесть; пути приспособления	86
Обилие воды . . . . .	—
Уменьшение количества тяжелых веществ	87
Газовые и жировые включения . . . . .	—
Слизистые и студенистые образования . . . . .	91
Размеры планктеров, наннопланктические организмы; удельная поверхность	—
Конвергентные формы планктических организмов . . . . .	94
3. Активное плавание.	99
Жгутики и реснички; методы и скорость плавания с их помощью.	—
Мышечное плавание . . . . .	100
Торпедная форма тела. . . . .	—
Плавание путем змеевидных 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. Свободные формы . . . . .	127
3. Занывающиеся 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, прибой, 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

## Глава пятая

### 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 (агалинные) и почти несоленые . . . . .	—
2. Бассейны с солевыми растворами и их население	—
Обозначение солености . . . . .	156
Диапазон и распределение общей солености по типам бассейнов	157
Морские (полигалинные) бассейны. . . . .	—
Пресноводные (олигогалинные) бассейны . . . . .	158
Общий очерк состава населения пресноводных и морских бассейнов.	159
Соленоватоводные (мезогалинные) бассейны, связанные с морем. . . . .	161
Пересолоненные (ультрагалинные) 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. Прикладное значение сапропеля.	194
Осмотическая связь с наружной средой морских, пресноводных и солоноозерных организмов.	211
Роль отдельных элементов солёности. 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: поли- мезо- 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
Рек 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 солёности	—
Отношение газов, потребляемых и выделяемых водными животными. Анаэробизм. 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 ь м а я

### Взаимоотношения водных организмов и активной реакции (pH) воды

I. Общее понятие об активной реакции (pH).	285
1. Активная реакция, титриметрическая 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 $CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HRCO_3 \rightleftharpoons R_2CO_3$ .	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

## Глава 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. Биополярные 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 (широкоотепловые) и stenотермные (узкоотепловые) организмы. Деление stenотермных на криофильных, иначе термофобных (холододобивых) 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, гомойотермные, и организмы с переменной температурой тела, пойкилотермные . . . . .	—
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 $S^0_{\infty}$ при разных температурах	343
Вертикальное распределение $T^0$ , $O_2$ , $CO_2$ и $S^0_{\infty}$	344

Температура и гелиотропизм.	344
Температура и пища	345

## Глава девятая

### 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

## Глава десятая

### 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 Пюттера 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

## Глава одиннадцатая

### 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/V и P/V	459
Указатель литературы . . . . .	462
Указатель предметов и имен . . . . .	486



## ГЛАВА ПЕРВАЯ

### ВОЗНИКНОВЕНИЕ, ЗАДАЧИ И РАБОТА ГИДРОБИОЛОГИИ

#### 1. 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 мертвой<sup>1</sup>.

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, аэробология—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 лимнология, а в отношении морей и океанов—как океанология. 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 и работают обычно в той или иной из этих областей. Однако в предлагаемом курсе, посвященном преимущественно изучению взаимоотношений между гидробионтами и факторами 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

<sup>1</sup> 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.

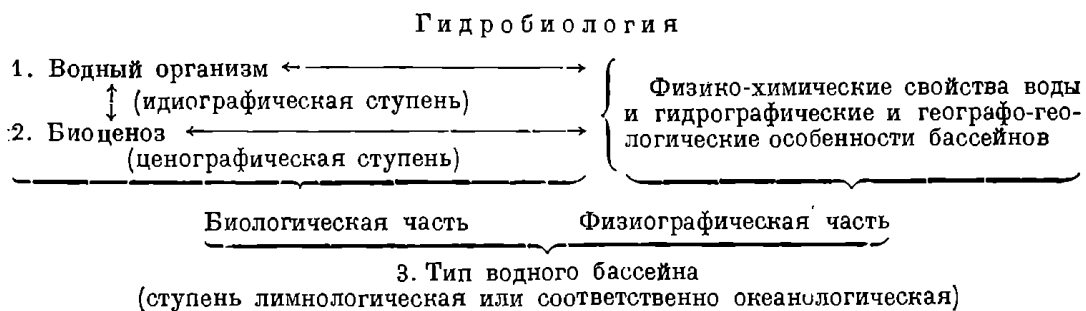
сама эта соленость в самой основе своей зависит от населяющих море организмов. Многие организмы извлекают из моря для построения своих скелетов Ca, Si и ряд других элементов. После смерти этих организмов скелеты их частью растворяются в воде, но в основной своей массе они откладываются на дне морей. 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 гидрогеографические особенности—с другой.

В озерах так называемого о л и г о т р о ф н о г о 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, э в т р о ф н о г о 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 д и с т р о ф н ы х т о р ф я н ы х о з е р а х, с кислой водой, отмершее органическое вещество почти не разлагается, и круговорот жизни в них почти необратим. Эти основные типы связаны в природе рядом переходов, выявление которых является одной из ближайших задач гидробиологии.

Схематически основы всего вышесказанного можно изобразить следующим образом:



В соответствии с тем определением гидробиологии, которое было дано выше, исследовательская работа в области гидробиологии разветвляется прежде всего по двум основным направлениям—хорологическому и экологическому. В применении к гидробиологии задача х о р о л о г и и—изучение распределения в пространстве водных организмов, сообществ водных организмов и типов водных бассейнов; задача же э к о

логи и—изучение приспособления водных организмов к окружающей среде<sup>1</sup>.

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 развиваться 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—п а д е н и е р ы б о л о в с т в а, 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—р а з в и т и е 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—з а г р я з н е н и е ф а б р и ч н ы м и и г о р о д с к и м и о т б р о с а м и 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-

<sup>1</sup> 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 Цахаряса, а затем Тинеманна, а в 1908 г. — «Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrologie» («Международное обозрение общей гидробиологии и гидрологии») под редакцией Вольтерека. «Русский гидробиологический журнал» стал выходить с 1921 г. под редакцией А. Л. Бенninga.

В России лимнологическая ветвь гидробиологии возникла в период 1886—1893 гг., укрепилась в период 1893—1910 гг. и значительно развилась 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 имеется.

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 отходов 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 отходов 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 развивалась вдоль по Нилу; ассиро-вавилонская 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 траулерного 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.

Оскудение 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 м<sup>2</sup> 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 в п е р в ы е 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 б ы л и д а н ы ц и ф р ы, о с н о в а н н ы е н а ф а к т и ч е с к и х н а б л ю д е н и я х.

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

пищи для выходящих из яиц личинок рыб. Вертикальные ловы с помощью специальной конусной сетки из частого шелкового сита 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 рыбных 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 м<sup>2</sup> поверхности моря. Этими работами Гензена было положено начало количественного определения производительности моря; впервые было сделано нечто совершенно 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. Апштейн 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, Апштейна, 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—дночерпатель для количественного определения донной фауны. Дночерпатель 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