

КОСИСТЕМЫ АНТИЧЕСКИХ ГИДРОТЕРМ

1000М

100М

10М

IV

III



В книге представлены результаты экспедиций научно-исследовательского судна "Академик Мстислав Келдыш" на гидротермы Северной Атлантики с использованием глубоководных обитаемых аппаратов "Мир".

Рассмотрены все элементы гидротермальных экосистем: условия жизни в толще воды и на дне, закономерности структуры и функционирования планктонных и донных сообществ, биология массовых видов.

Книга рассчитана на океанологов и биологов, интересующихся глубинами океана.

ISBN 5-02-034505-9



9 785020 345058 >



ЭКОСИСТЕМЫ АТЛАНТИЧЕСКИХ ГИДРОТЕРМ

Ответственные редакторы:
академик М.Е. Виноградов,
доктор биологических наук А.Л. Верещака



МОСКВА НАУКА 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие <i>М.Е. Виноградов, А.Л. Верещака</i>	8
---	---

Часть I

АБИОТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

Глава 1

Геологические предпосылки различий гидротермальной фауны Атлантического океана. <i>Ю.А. Богданов</i>	19
1.1. Неоднородности состава и свойств первичного гидротермального раствора	19
1.2. Неоднородности состава и свойств гидротермального раствора, связанные с его трансформацией при подъеме из реакционной зоны к поверхности дна	23
1.3. Геологические предпосылки для систематизации гидротермальных биологических сообществ	27
1.4. Специфика фиксации гидротермального вещества на поверхности дна – формирования субстрата, на котором обитают донные организмы	28
1.5. Соотношение роли концентрированных и диффузных высокотемпературных гидротермальных потоков в формировании рудных залежей рифтов высокоспредингового хребта на начальных этапах рудного процесса	33
1.6. Заключение	36

Глава 2

Гидрофизические исследования гидротермальных полей Срединно-Атлантического хребта в 1998–2004 гг. <i>Д.Л. Алейник</i>	37
2.1. Материалы и методы исследования	38
2.2. Гидрология субтропической зоны Срединно-Атлантического хребта	43
2.3. Климатическая изменчивость верхнего слоя океана в районе Северо-Атлантического хребта	49
2.4. Сравнительная характеристика гидрологических условий в районах гидротермальных источников	49
2.5. Межгодовая изменчивость плюмов на примере поля Рейнбоу	62
2.6. Количественные оценки гидрофизических аномалий на примере поля Рейнбоу	63
2.7. Лабораторные эксперименты для изучения слоистости плюма	65
2.8. Заключение	67

Глава 3

Геохимия и биогеохимия гидротермальных флюидов. Бактериальная продукция на активных гидротермальных полях. <i>А.Ю. Леин</i>	68
3.1. Основные газовые составляющие гидротермальных флюидов и их изотопный состав	69
3.2. Эволюция химического состава гидротермальных растворов (на примере полей 9–10° с.ш. Восточно-Тихоокеанского поднятия)	73
3.3. Бактериальная продукция на активных гидротермальных полях	84
3.4. Геохимическая зональность гидротермальных полей и микробная продукция	86

3.5. Скорости биогеохимических (микробных) процессов в различных зонах экосистем гидротермальных полей	88
--	----

Часть II
ДОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

Глава 4

Трофическая структура североатлантических гидротерм: данные изотопного анализа. <i>С.В. Галкин, А.В. Гебрук, Е.М. Крылова, А.Ю. Леин, Г.М. Виноградов, А.Л. Верещака</i>	95
4.1. Материал и методика	96
4.2. Креветки	97
4.3. Двустворчатые моллюски	105
4.4. Прочие группы	109
4.5. Заключение	117

Глава 5

Биогеография гидротерм Срединно-Атлантического хребта. <i>А.В. Гебрук, А.Н. Миронов</i>	119
5.1. Районы гидротермальной активности на САХ	122
5.2. Состав фауны	129
5.3. Состав и структура сообществ	137
5.4. Биогеография	144
5.5. Факторы, влияющие на глобальное распределение сообществ и таксонов	154
5.6. История формирования гидротермальной фауны САХ	156

Глава 6

Пространственная структура гидротермальных сообществ Срединно-Атлантического хребта. <i>С.В. Галкин</i>	163
6.1. Гидротермальный район Логачев	165
6.2. Гидротермальный район Снейк-Пит	166
6.3. Гидротермальный район Трансатлантический геотраверс (ТАГ)	172
6.4. Гидротермальный район Брокен-Спур	175
6.5. Гидротермальный район Рейнбоу	179
6.6. Гидротермальный район Лаки-Страйк	181
6.7. Гидротермальный район Менез-Гвен	184
6.8. Особенности распределения доминирующих и руководящих видов	190
6.9. Фаунистическая зональность	193
6.10. Заключение	199

Часть III
ПЕЛАГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

Глава 7

Исследования планктона столба воды и придонного слоя: методические аспекты и материал. <i>М.Е. Виноградов, А.Л. Верещака, Г.М. Виноградов</i>	205
7.1. Прямые наблюдения в столбе воды и в придонном слое	206
7.2. Сетные ловы	211
7.3. Батометрические пробы	213
7.4. Объем планктонных работ, выполненных на гидротермально-активных участках САХ	214

Глава 8

Планктон в столбе воды и на хребте. <i>Г.М. Виноградов</i>
8.1. Гидрологическая обстановка
8.2. Распределение макробентоса абиссальными полями
8.3. Распределение бентоса на примере полигона
8.4. Особенности распределения
8.5. Планктон полигона
8.6. Распределение макробентоса абиссальными полями
8.7. Особенности вертикального распределения
8.8. Вертикальное распределение
8.9. Вертикальное распределение
8.10. Заключение

Глава 9

Структура бентопелагического сообщества. <i>М.Е. Виноградов</i>
9.1. Характеристика бентоса
9.2. Внутренний ярус
9.3. Внешние ярусы
9.4. Заключение

БИОЛОГИЯ

Глава 10

Биология креветок. <i>А.Л. Верещака</i>
10.1. Размерная структура
10.2. Внутрипопуляционная структура. <i>Alvinocaris markensis</i>
10.3. Интегральный показатель
10.4. Статус альвинокари
10.5. Заключение

Глава 11

Биология митилид
11.1. Распространение митилид
11.2. Особенности симбиоза. <i>T.А. Бритаев</i>
11.3. Размерно-возрастная структура. <i>Менез-Гвен. С.В. Галкин</i>

Заключение. *М.Е. Виноградов*

Литература

Глава 8

88 Планктон в столбе воды над гидротермальными полями Срединно-Атлантического хребта. *Г.М. Виноградов* 218

8.1. Гидрологическая обстановка в районе работ 222

8.2. Распределение макропланктона и крупного мезопланктона над южными абиссальными полями в центре халистазы 223

8.3. Распределение батометрического и сетного мезопланктона над южными полями на примере полигона «Брокен-Спур» 229

8.4. Особенности разных полей южной абиссальной группы 238

8.5. Планктон полигона «Логачев» 240

8.6. Распределение макропланктона и крупного мезопланктона над северными баттальными полями 245

8.7. Особенности вертикального распределения сетного мезопланктона над северными полями на примере полигона «Рейнбоу» 251

8.8. Вертикальное распределение планктона над полем Менез-Гвен 253

8.9. Вертикальное распределение планктона над полем Лост-Сити 261

8.10. Заключение 270

Глава 9

119 Структура бентопелагической компоненты гидротермальных сообществ. *А.Л. Верещака, М.Е. Виноградов* 275

122 9.1. Характеристика бентопелагической компоненты 275

129 9.2. Внутренний ярус 279

137 9.3. Внешние ярусы 280

144 9.4. Заключение 288

Часть IV

БИОЛОГИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ГРУПП

Глава 10

163 Биология креветок. *А.Л. Верещака, А.А. Лунина* 293

165 10.1. Размерная структура популяций гидротермальных креветок 293

166 10.2. Внутрипопуляционная изменчивость гидротермальных креветок на примере *Alvinocaris markensis* 304

172 10.3. Интегральный показатель степени изолированности популяции 307

175 10.4. Статус альвинокарисов 313

179 10.5. Заключение 313

Глава 11

181 Биология митилид 315

184 11.1. Распространение митилид на гидротермальных полях САХ. *Е.М. Крылова* 315

190 11.2. Особенности симбиоза митилид и полихеты *Branchipolynoe seepensis* (Polynoidae). *Т.А. Бритаев, Е.М. Крылова* 316

193 11.3. Размерно-возрастная структура популяции *Bathymodiolus azoricus* в районе Менез-Гвен. *С.В. Галкин* 320

199 Заключение. *М.Е. Виноградов, А.Л. Верещака* 323

205 Литература 329

206

211

213

214

*Вот и я выхожу из дома
 Повстречаться с иной судьбой,
 Целый мир, чужой и знакомый,
 Породиться готов со мной...*

Николай Гумилев

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прошедший XX век изменил наши представления о возможностях существования жизни в океане при условиях, которые ранее казались не совместимыми с ней. Первое важнейшее открытие было связано с самой возможностью существования жизни на глубинах более 6000 м. Еще в 40-х годах прошлого века это считалось невозможным даже с точки зрения фундаментальных физико-химических характеристик живого вещества. Однако в ходе советских и датских глубоководных экспедиций на «Витязе» и «Галатее» выяснилось, что жизнь, причем в ее высших, а не только бактериальных формах присутствует в глубинах океана при огромном давлении – более 1000 атм. Это крупнейшее открытие в биоокеанологии, сделанное в начале 50-х годов, привлекло внимание ученых к изучению глубин океана. Основные результаты этих исследований были обобщены в известных сводках Г.М. Беляева «Донная фауна наибольших глубин ультраабиссали Мирового океана [1966] и «Глубоководные океанические желоба и их фауна» [1989].

Второе важнейшее открытие было связано с возможностью высокой концентрации жизни на глубинах. Долгое время считалось, что жизнь на глубинах океана очень бедна, поскольку органическое вещество образуется в процессе фотосинтеза только у поверхности и лишь малая его часть покидает освещенный слой и достигает дна. Но в конце 70-х годов американскими исследователями было обнаружено, что при определенных условиях в бессветных глубинах океана (800–5000 м) существуют и процветают богатейшие и разнообразные биологические сообщества. Эти сообщества получают исходную энергию для создания органического вещества за счет химических реакций окисления целого ряда соединений, прежде всего сероводорода и метана. Выяснилось, что эти экосистемы способны создавать очень высокую биомассу (более 10 кг/м²) в условиях, которые, казалось, исключают развитие многоклеточных животных: высокой концентрации сероводорода, тяжелых металлов и температуры, близкой и даже превышающей 100 °C. Все это привело к возникновению новых гипотез о развитии жизни на ранних этапах эволюции Земли и о возможности существования жизни на других планетах.

Поражают те биохимические, физиологические, морфологические и экосистемные адаптационные возможности, которые возникают у организмов и позволяют им существовать в экстремальных условиях.

Особенности разных сообществ, естественно, посвящены их изучению посвящены материалы для исследования излучения гидротермальных исследователей глубинных до глубины 4 только пять: российский «Shinkai-6500» и

Возникло несколько логическое, когда процессы в организмах, точника жизни хемосинтеза; 3) ландшафтно-экосистемное, рассматривают; сюда можно отнести продуктивность самих гидротермальных сообществ окружающего пространства.

Первое направление исследований, французские исследователи привлекает внимание ученых, проводящих исследования в экстремальных экосистемах, в которых складываются условия для существования двухстворчатых моллюсков, тигли российские ученые (школа В.Н. Сукачев), французские ученые, И, наконец, в рамках международного сотрудничества российские и канадские ученые.

Хотя первые сообщения о существовании гидротермальных сообществ появились вскоре после открытия гидротермальных источников, книга С. Ван Довер «Гидротермальные сообщества» [Van Dover, 2000] посвящена исключительно гидротермальным системам. В рамках исследования гидротермальных систем в России их обнаружения в основном связаны с исследованием новых месторождений гидротермальных источников в настоящее время ведутся большие работы, исследованием гидротермальных источников, возрастает.

Поэтому появилась необходимость в сборе сведений и сделать их доступными. Это послужило

Особенности развития и существования гидротермальных организмов и сообществ, естественно, вызывают чрезвычайный интерес специалистов, и их изучению посвящены сотни статей. Труднодоступность получения материалов для исследования еще более подогревает этот интерес. Фактически изучение гидротермальных экосистем возможно только с использованием исследовательских глубоководных обитаемых аппаратов, способных погружаться до глубины 4000–6000 м, которых сейчас во всем мире существует только пять: российские «Мир-1» и «Мир-2», французский «Nautile», японский «Shinkai-6500» и американский «Alvin».

Возникло несколько направлений изучения гидротерм: 1) химико-физиологическое, когда основное внимание обращается на физиологические процессы в организмах, позволяющие им существовать, используя в качестве источника жизни хемосинтетическую энергию; 2) морфолого-таксономическое; 3) ландшафтно-региональное; 4) историко-биогеографическое и 5) экосистемное, рассматривающее гидротермы как единую сложную систему; сюда можно отнести и продукционное направление, изучающее как продуктивность самих гидротермальных экосистем, так и их влияние на сообщество окружающего пространства океана.

Первое направление особенно интенсивно исследуется западными (американскими, французскими, канадскими, немецкими) учеными, второе — привлекает внимание как западных, так и российских и японских исследователей, проводящих не только оценку биоразнообразия различных гидротермальных экосистем, но и ревизию основных таксономических групп, из которых складываются сообщества (вестименифер, полихет, креветок, крабов, двустворчатых моллюсков). В третьем направлении больших успехов достигли российские ученые, перенеся концепции школы наземных экологов (школа В.Н. Сукачева) на сообщества гидротерм. Большое внимание российские ученые уделяют и четвертому, биогеографическому, направлению. И, наконец, в рамках пятого направления работают главным образом российские и канадские специалисты.

Хотя первые монографии по биологии гидротермальных сообществ появились вскоре после их открытия [Laubier, 1986; и др.], современных сводок по биологии гидротерм существует не слишком много. В 2000 г. вышла книга С. Ван Довер «Экология глубоководных гидротермальных сообществ» [Van Dover, 2000]. Двумя годами позже вышли монография «Гидротермальные сообщества Мирового океана» С.В. Галкина [2002б], посвященная ландшафтному подходу к изучению гидротерм, и «Биология гидротермальных систем» под ред. А.В. Гебрука, написанная большим коллективом российских ученых [2002]. Эти книги подвели определенный итог исследованию гидротерм западными и российскими специалистами со времени их обнаружения в 1976 г. до 90-х годов XX в. Но исследования с использованием новых методов и концепций продолжаются, причем их интенсивность в настоящее время лишь увеличивается, а количество опубликованных работ, рассеянных по разным журналам и изданиям, лавинообразно возрастает.

Поэтому появилась необходимость хотя бы частично обобщить новые сведения и сделать их более доступными для заинтересованных исследователей. Это послужило побудительным стимулом к написанию этой книги.

значительном удалении от гидротермального поля. Кроме того, существует какой-то поток органического вещества фотосинтетического происхождения, направленный из поверхностного слоя на дно. Возможен и обратный поток органики хемосинтетического происхождения, направленный из гидротермальных экосистем в окружающие воды. Таким образом, существует масса факторов, которые при рассмотрении гидротермальных экосистем заставляют обращать пристальное внимание не только на дно, но и на толщу воды. Поэтому отдельная глава посвящена гидрофизическим процессам в толще воды, причем не только в придонном слое гидротермально активных районов, но и во всем столбе. Глава написана Д.Л. Алейником (ИО РАН), который принимал личное участие в гидрофизических работах на НИС «Академик Мстислав Келдыш», проводившихся в течение последнего десятилетия.

Важнейшим элементом любой экосистемы являются прокариотные организмы, которые в обычных экосистемах играют роль редуцентов. На гидротермах роль прокариот возрастает, так как там они выступают и как продуценты, образуя новое хемосинтезированное органическое вещество. Количественный и качественный учет этих микроорганизмов очень сложен и трудоемок, но мы знаем, что их концентрация в гидротермальных экосистемах может быть на 1–2 порядка и более выше, чем в окружающих водах. Для экосистемных исследований важны не только концентрации микробов, но и скорости процессов, совершаемых с их участием. Безусловно, эти скорости зависят от состава флюида, концентрации в нем различных химических элементов и соединений, расстояния от точки выхода флюида. Геохимия гидротермальных полей проанализированы А.Ю. Леин (ИО РАН) в отдельной главе.

Главный фактор, связывающий организмы в единую экосистему, – потоки вещества и энергии, проходящие по трофическим цепям сообщества. Первым шагом для оценки этих потоков является выяснение трофической структуры популяций. Эта задача, достаточно сложная даже для хорошо изученных мелководных сообществ гидротерм. Обычный метод – вскрытие желудков – малопригоден. Толща воды над гидротермальным полем заполнена мелкими частицами выпадающих осадков, в основном сульфидов. Мелкие кристаллы сульфидов покрывают и поверхность грунта. Неудивительно, что желудки многих гидротермальных животных наполнены массой кристаллов, среди которых что-либо разобрать очень трудно. Другой способ – аквариальные эксперименты – также малопригоден, так как технически очень сложно воссоздать те условия, которые существуют в гидротермальных сообществах на больших глубинах океана.

На помощь приходит изотопный метод исследований, связанный с тем, что разные изотопы одного химического элемента вступают в биохимические реакции с разной скоростью. В результате происходит так называемое фракционирование, разделение изотопов. Чаще всего для анализов используют стабильные изотопы углерода и азота. Вновь созданное органическое вещество характеризуется определенным соотношением стабильных изото-

Из-за крайне широкого спектра исследований гидротермальных сообществ необходимо сосредоточиться на каком-то одном направлении. Это то направление, в котором школа отечественных биоокеанологов традиционно сильна – комплексные исследования гидротермальных экосистем как единого целого.

Мы оставим в стороне изучение интереснейших физиологических и биохимических адаптаций гидротермальных животных. Не будем подробно останавливаться и на морфолого-таксономических работах, хотя исследования последних лет, проведенные российскими учеными, находятся на самом высоком мировом уровне и вносят существенный вклад в наши представления о морфологии и систематике гидротермальных животных. Упомянем только, что описания новых видов и ревизии целых групп гидротермальных животных, сделанные С.В. Галкиным по вестиментиферам, В.Н. Иваненко по копеподам, Е.М. Крыловой по двустворчатым моллюскам и А.Л. Верещаковой по креветкам, существенно расширили представления о составе гидротермальных сообществ.

Главная цель предлагаемой книги – описание гидротермальной экосистемы как единого целого и ее роли в общей экосистеме глубин океана. Мы сфокусируемся на тех процессах и факторах, которые определяют структуру и функционирование гидротермальных сообществ.

В первую очередь это геологические процессы. Энергетическая основа гидротермальных экосистем – первичная продукция хемосинтетического происхождения, которая образуется за счет окисления различных неорганических соединений. Эти соединения растворены в гидротермальном флюиде, который формируется в подстилающих нижележащих породах. Для каждого гидротермального поля существуют свои особенности формирования флюида в зависимости от возраста, глубины, локальных геологических процессов. Не будем забывать, что гидротермальная жизнь сконцентрирована на поверхности рудных построек, которые тоже формируются в соответствии с местными геологическими процессами. Глава по геологии написана Ю.А. Богдановым (ИО РАН), который был бессменным участником почти всех российских экспедиций на гидротермы.

Во-вторых, гидротермальные экосистемы пространственно расположены не только на поверхности дна, но и в толще воды над гидротермальными полями. Стаи креветок клубятся на расстоянии 1 м и более от выходов гидротермального флюида, придонный слой заполнен плавающими одиночными копеподами, креветками, полихетами, рыбами, активность микробиологических процессов регистрируется на значительном расстоянии от дна. Нагретый гидротермальный флюид, насыщенный тяжелыми металлами и другими токсичными соединениями, смешивается с окружающими водами и формирует плюмы. Это своеобразные облака, которые поднимаются на сотни метров в толщу воды и, безусловно, оказывают определенное влияние на биоту в толще воды. Они ядовиты для большинства живых организмов, но при этом характеризуются повышенными скоростями микробных процессов, ведущих в созданию нового органического вещества. Заметим, что большинство гидротермальных животных имеют планктонную личинку и их развитие проходит не только на дне, но и в толще воды, иногда на

значительном уда-
какой-то поток орг-
ния, направленный
поток органики хем-
ротермальных экос-
масса факторов, к-
заставляют обраша-
щу воды. Поэтому
в толще воды, при-
ных районов, но
(ИО РАН), который
на НИС «Академи-
него десятка лет.

Важнейшим эл-
организмы, которые
гидротермах роль и
продуценты, образ-
Количественный и
жен и трудоемок,
экосистемах может
водах. Для экосист-
кроорганизмов, но
зусловно, эти скор-
различных химиче-
хода флюида. Геох-
дукция активных и
(ИО РАН) в отдел

Главный факто-
токи вещества и эн-
Первым шагом для
структуры популя-
изученных мелков-
шению к глубоко-
вскрытие желудка
полем заполнена
ном сульфидов. М-
грунта. Неудивите-
ных наполнены м-
очень трудно. Друг-
пригоден, так как
рые существуют в
океана.

На помощь при-
что разные изотоп-
ские реакции с раз-
фракционирование
зуют стабильные и
вещество характер-

пов. По мере того, как это вещество передается по трофическим цепям, происходит закономерное однонаправленное изменение соотношения изотопов. По этому изменению можно судить о том, какое органическое вещество используют те или иные животные, а также оценить их положение в трофических цепях. Такая работа очень трудоемка, требует вовлеченности большого коллектива, и ее результаты представлены разделом, написанным большой группой авторов.

Отдельного рассмотрения заслуживает анализ гидротермальной фауны Атлантики. Как она варьирует вдоль Срединно-Атлантического хребта, насколько обособлена от фаун других океанов, как связана с сиповой фауной, каково ее происхождение – эти и другие вопросы рассматриваются в главе А.В. Гебрука и А.Н. Миронова, ведущих специалистов по биогеографии фауны гидротерм.

Лицо гидротермальных сообществ определяется донной и придонной фауной: креветками, моллюсками и другими животными. Поселения этих животных образуют хорошо выраженные зоны в разных гидротермальных микробиотопах. Причем расположение этих зон варьирует от одного гидротермального поля к другому. Найти закономерности в распределении донной гидротермальной фауны помогает ландшафтный подход, разработанный в наземной биоценологии. Один из пионеров использования такого подхода – С.В. Галкин (ИО РАН), принимавший участие в самых первых рейсах на гидротермальные поля. Им написан раздел по пространственному распределению донных животных в гидротермальных сообществах.

Гидротермальные экосистемы включают не только донную, но и планктонную компоненту. Исследование планктона толщи воды над гидротермальными полями с помощью обычных орудий лова невозможно, оно требует непосредственных визуальных наблюдений из подводных аппаратов. Зарубежные исследователи не могут позволить себе длительные просмотры толщи воды из аппаратов, так как такие работы требуют слишком больших затрат времени, а главное – электрической энергии. Во время наблюдений необходимо продолжительно подсвечивать толщу воды лампами большой мощности, и в большинстве аппаратов такого запаса энергии просто нет. Только аппараты «Мир-1» и «Мир-2» обладают достаточным энергетическим запасом, что позволило отработать методику визуальных наблюдений планктона еще в 1990-х годах. Поэтому для российских ученых имеется возможность проводить работы по количественной оценке концентрации планктона во всей толще вод над гидротермальными полями.

В толще воды очень трудно определить границы. Трудно определить, где кончается гидротермальная экосистема и начинается фоновое пелагическое сообщество. Поэтому визуальные наблюдения не ограничивались только придонным слоем, они охватывали весь столб воды до поверхности. Такие наблюдения позволяют понять, насколько далеко в толще воды прослеживается влияние гидротермальных сообществ. Собранные данные позволяют оценить и влияние пелагических экосистем на гидротермальные. Ведь проносимый над гидротермальными полями планктон может служить дополнительным источником органического вещества и энергии, альтернативным

хемосинтетическому
водах по сравнению с
глубинах, настолько э
го вещества, использу
автохтонному хемосин

Наконец, наблюд
ко искажается распре
личия гидротермальн
обширный материал
«фоновых», невозмож
кального распределе
Срединно-Океаничес
сти и над гидротерма
вышележащий столб
обычные сообщества

Таким образом, из
планктона можно раз
ботки материала, (2) в
ние распределения пл
(3) детальные наблюде
Атлантики. Все эти ра
вым и А.Л. Верещакой
ный материал позволи
ценные разным аспек

Гидротермальные
массовых вида-эдифи
сы. Поэтому анализ
ния биологии массовы
рами являются брезии
самых разных аспек
А.А. Луниной (ИО Р
комменсалов-полихет
С.В. Галкиным.

Гидротермальные
главная из которых –
продукции. Тем не мен
ны, причем различия
рость спрединга, соста
эдификаторов. В книг
мы. Именно здесь у ро
опыт гидротермальны
стемный подход к эти
ледние 15 лет на гидр
океанологии РАН с по
был собран обширный
ные глубоководные ги
ры Салдандя), многие
ка происходящих там

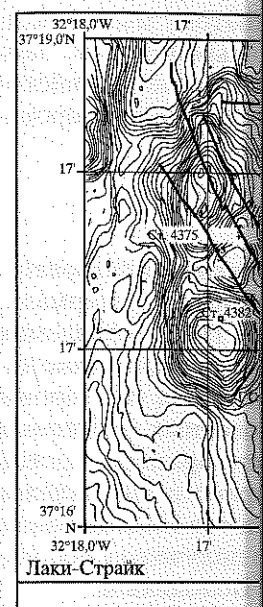
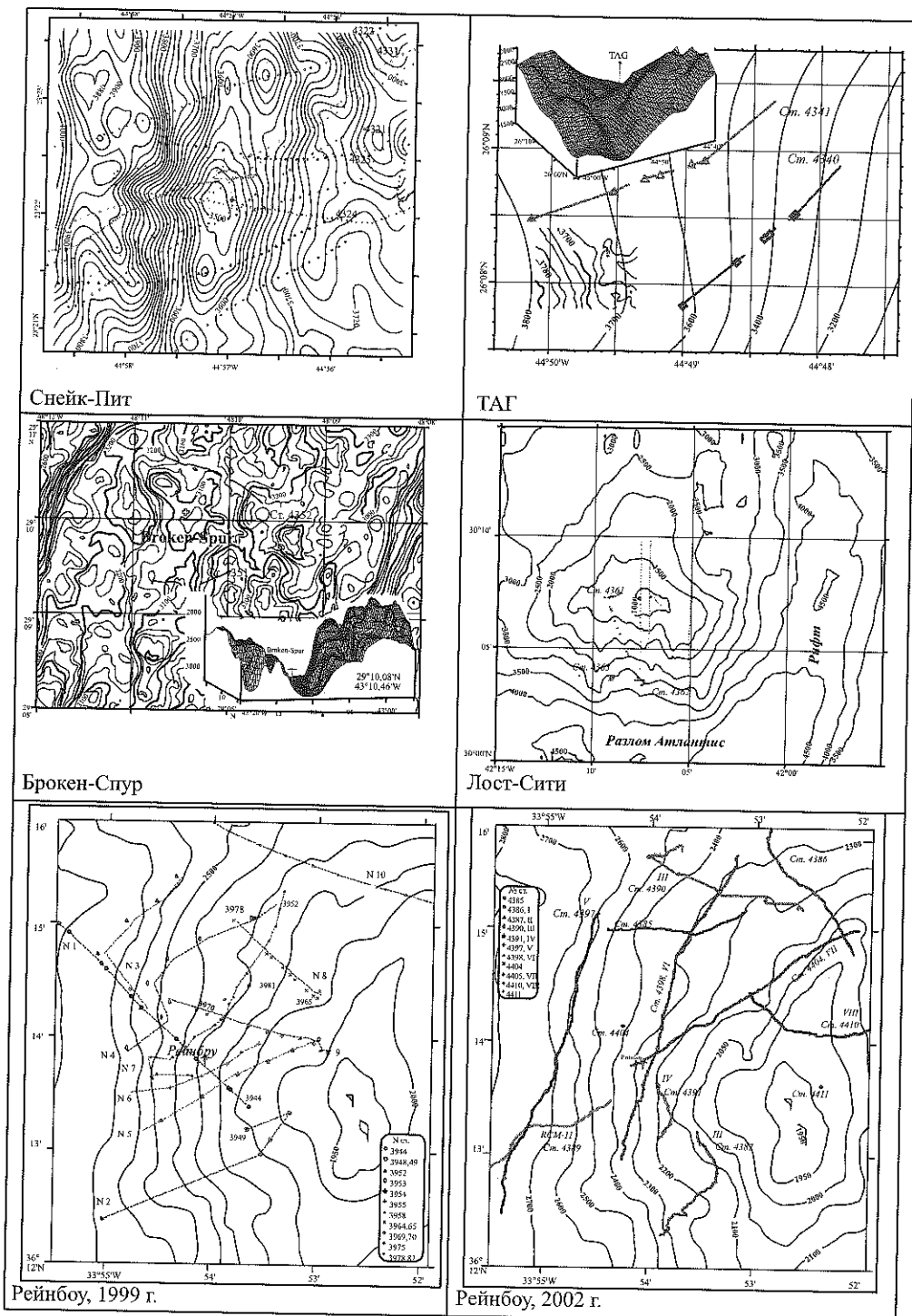
хемосинтетическому. Насколько велика биомасса планктона в окружающих водах по сравнению с биомассой в гидротермальных экосистемах на разных глубинах, настолько значимой может быть доля аллохтонного органического вещества, используемого гидротермальными животными в дополнение к автохтонному хемосинтетическому.

Наконец, наблюдения в толще воды позволяют судить о том, насколько искажается распределение планктона в столбе воды самим фактом наличия гидротермальной экосистемы на дне. За прошедшие годы собран обширный материал не только над гидротермами, но и в так называемых «фоновых», невозмущенных районах океана. Сравнивая профили вертикального распределения планктона над абиссальными равнинами, над Срединно-Океаническим хребтом без следов гидротермальной активности и над гидротермами, можно понять, как гидротермы воздействуют на вышележащий столб воды и хотя бы качественно оценить их влияние на обычные сообщества.

Таким образом, изложение данных по распределению гидротермального планктона можно разделить на три группы: (1) методология сбора и обработки материала, (2) наблюдения в столбе воды над гидротермами и сравнение распределения планктона над гидротермами и в фоновых районах и (3) детальные наблюдения в придонном слое над гидротермальными полями Атлантики. Все эти работы проводились начиная с 1994 г. М.Е. Виноградовым и А.Л. Верещакой (ИО РАН) и Г.М. Виноградовым (ИПЭЭ). Накопленный материал позволил написать этим авторам три отдельные главы, посвященные разным аспектам распределения планктона.

Гидротермальные сообщества – это консорции, имеющие один-два массовых вида-эдификатора, которые составляют основную часть биомассы. Поэтому анализ гидротермальных экосистем невозможен без изучения биологии массовых видов. На атлантических гидротермах эдификаторами являются брезилиоидные креветки и моллюски-митилиды. Анализ самых разных аспектов биологии креветок сделан А.Л. Верещакой и А.А. Луниной (ИО РАН), структура популяций, биология митилид и их комменсалов-полихет рассмотрены Е.М. Крыловой, Т.А. Бритаевым и С.В. Галкиным.

Гидротермальные экосистемы разных океанов имеют общие черты, главная из которых – энергетическая зависимость от хемосинтетической продукции. Тем не менее, в разных океанах экосистемы существенно различны, причем различия касаются как базовых абиотических факторов (скорость спрединга, состав флюида), так и состава биоты, в том числе видов-эдификаторов. В книге будут рассмотрены только атлантические экосистемы. Именно здесь у российских исследователей накоплен наиболее богатый опыт гидротермальных исследований, именно здесь отработывался экосистемный подход к этим своеобразным и малодоступным объектам. За последние 15 лет на гидротермы было организовано 9 экспедиций Института океанологии РАН с погружениями обитаемых подводных аппаратов «Мир», был собран обширный материал. За это время удалось посетить все известные глубоководные гидротермальные поля Северной Атлантики (кроме горы Салданья), многие поля исследовались многократно, прослежена динамика происходящих там процессов.



Общая схема р...
 Срединно-Атлантич...
 метить, что существ...
 термальных полей. Д...
 Broken Spur, Snake P...
 реводятся, а трансли...
 русской орфографи...
 ются дефисом, если...
 например: Нью-Йор...
 но такого написани...
 Кроме общего р...
 лезно иметь предст...
 ставлены на рис. 2 (...
 бенностей рельефа (...
 Атлантические п...
 стями спрединга и д...
 по глубине (от 800...
 поверхностных вод...
 вании этих экосисте...
 ная и интересная за...
 Наша книга пре...
 ную сотрудниками I...
 мыслу она отличает...
 стем» под ред. А.В...
 дача подытожить и...
 бранную российски...

Рис. 2. Серия карт рельефа дна с расположением станций зондирования и трасс эхолотных промеров на полигонах в районах гидротермальных полей в рифтовой зоне Срединно-Атлантического хребта

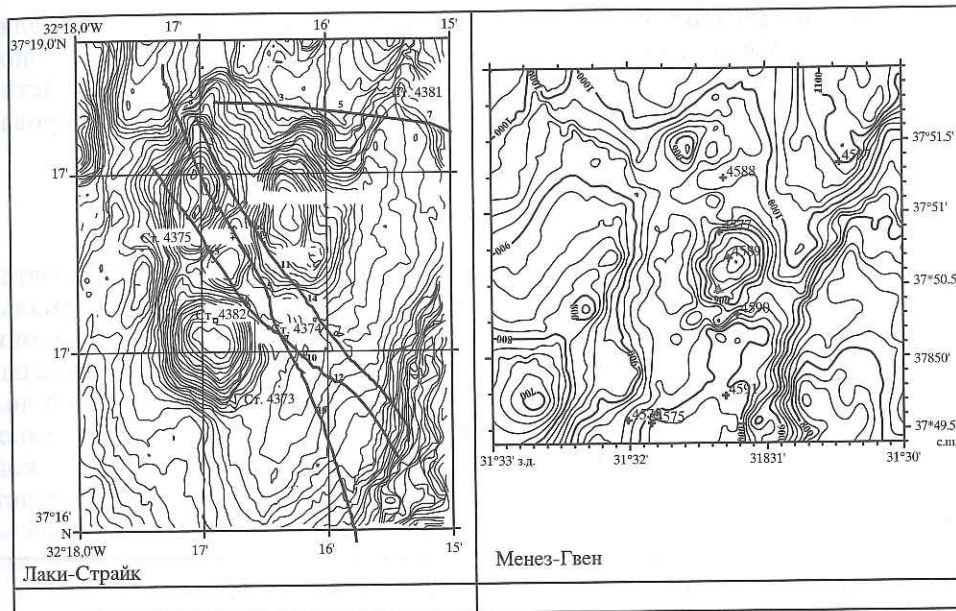
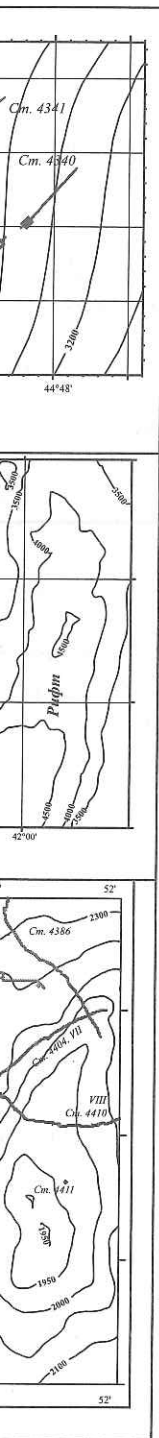


Рис. 2 (окончание)

Общая схема расположения изученных нами гидротермальных полей Срединно-Атлантического хребта показана на рис. 1 (см. цв. вкл.). Надо отметить, что существует определенная разноречивость в русских названиях гидротермальных полей. Английские названия многих из них состоят из двух слов: Broken Spur, Snake Pit и т.д. По сложившейся традиции, на русский они не переводятся, а транслитерируются. Однако, о чем часто забывают, по нормам русской орфографии «части сложных географических названий... соединяются дефисом, если они образованы... сочетанием иноязычных элементов, например: Нью-Йорк, Норд-Кап» [Розенталь, 2004. С. 20: § 17, п. 4д]. Именно такого написания мы и будем придерживаться.

Кроме общего расположения гидротермальных полей вдоль хребта, полезно иметь представление о рельефе каждого поля. Карты рельефа представлены на рис. 2 (подготовлен Д.Л. Алейником, подробные описания особенностей рельефа см. в главе 2 наст. книги).

Атлантические гидротермальные поля характеризуются низкими скоростями спрединга и доминированием креветок и митилид. Поля различаются по глубине (от 800 до более чем 4000 м), составу флюида, продуктивности поверхностных вод и другим характеристикам. Найти общее в функционировании этих экосистем, оценить и объяснить существующие различия – важная и интересная задача.

Наша книга представляет собой коллективную монографию, написанную сотрудниками Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. По замыслу она отличается от предшествующей «Биологии гидротермальных систем» под ред. А.В. Гебрука [Биология..., 2002]. Если в 2002 г. ставилась задача подытожить и обобщить всю имеющуюся информацию, в основном собранную российскими учеными, то на данном этапе ставится задача понять,

как устроена и работает гидротермальная экосистема. Поэтому мы оставляем в стороне важные проблемы таксономии гидротермальной фауны, биогеографию и многие другие аспекты, активно разрабатываемые российскими учеными. Внимание будет сосредоточено на структуре и функционировании атлантических гидротермальных экосистем.

Благодарности

Книга обобщает результаты работы большого коллектива исследователей, совместно с авторами принимавшими участие в изучении гидротермальных сообществ Атлантического океана, в экспедициях НИС «Академик Мстислав Келдыш» с ГОА «Мир» на борту. Сбор материала и проведение наблюдений были бы невозможны без всестороннего содействия со стороны коллектива Лаборатории научной эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов ИО РАН, возглавляемой А.М. Сагалевичем, и его организаторской работы как начальника экспедиций. Отдельной благодарности заслуживает самоотверженная и высокопрофессиональная работа пилотов Е.С. Черняева и В.А. Нищеты. Все фотографии подводных ландшафтов получены с использованием оборудования ГОА «Мир» и обработаны Ю.А. Володиным.

Работа выполнена при поддержке:

Российского фонда фундаментальных исследований, проекты 03-05-64346; 05-04-49413; 05-05-64234; 05-05-65283;

гранта «Научная школа» НШ-1462.2003.5;

программ Президиума РАН 14П «Мировой океан»;

Фонда содействия отечественной науке и средств от контактных работ НИС «Академик Мстислав Келдыш».

Авторы благодарны В.Н. Лукашину, В.Ю. Гордееву, В.И. Пересыпкину и Н.А. Беляеву – за колоссальную помощь в ходе гидрофизических работ, Г.Н. Арнаутову, В.Ю. Дьяконову, В.И. Гагарину, Д.Н. Засько и Э.А. Шушкиной – за участие в палубных работах на борту судна, И.А. Филиппову – за помощь в организации и проведении лабораторных гидрофизических экспериментов, Т.А. Савиловой – за помощь в разборке материала.

Огромную помощь в определении материала оказали: Э.И. Мусаева и Э.А. Шушкина (мезопланктон), Х. Боровский (полихеты), А.Э. Жадан (пелагические полихеты), В.Н. Иваненко (копеподы), Н.Б. Келлер (мадрепоровые кораллы), Э. Макферсон (галатеиды), Л.И. Москалев (брюхоногие моллюски), О.П. Полторуха (усоногие ракообразные), Н.П. Санамян (актинии), Р. Сантос, Н.В. Парин и Э.С. Кармовская (рыбы). Мы также признательны Т.Н. Молодцовой за компьютерную обработку карты восстановительных биотопов Атлантики (см. рис. 5.1), Г.А. Черкашеву – за предоставление карты глубоководных гидротермальных районов САХ (см. рис. 5.2), Н.Е. Будаевой – за статистическую обработку данных, Д. Кринову – за сбор материала в 16-м рейсе НИС «Профессор Логачев», Ю.А. Иванову, В.Г. Нейману, Б.Н. Филюшкину, Л.И. Галеркину, В.И. Бышеву – за активное участие в обсуждении главы 2.

М.Е. Виноградов, А.Л. Верещака