


АЛЕКСАНДР  
ОСАДЧИЕВ

# ЭТОТ НЕИЗВЕСТНЫЙ ОКЕАН:

КАК РАБОТАЮТ ПРИЛИВЫ,  
РОЖДАЮТСЯ ШТОРМА  
И ЖИВУТ НЕВИДИМЫЕ СОЗДАНИЯ  
В МОРСКИХ ГЛУБИНАХ

 **БОМБОРА**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
Москва

УДК 551.46  
ББК 26.221  
О-72

В издании использованы фотографии  
*А. Осадчиева, Д. Осиповой, А. Барымовой*

Во внутреннем оформлении использована фотография:  
Sven Hansche / Shutterstock / FOTODOM  
Используется по лицензии от Shutterstock / FOTODOM

**Осадчиев, Александр Александрович.**

О-72 Этот неизвестный океан : как работают приливы, рождаются шторма и живут невидимые создания в морских глубинах / Александр Осадчиев. — Москва : Эксмо, 2025. — 272 с. — (Подпишись на науку. Книги российских популяризаторов науки).

ISBN 978-5-04-215867-4

Книга Александра Осадчиева — океанолога, доктора физико-математических наук, участника более чем 30 морских экспедиций — охватывает обширный круг вопросов, которыми занимаются исследователи океанов.

Вы прочитаете о том, как проходят научные морские экспедиции, что и как исследуют учёные, наблюдающие за течениями, составом воды, рельефами дна, контурами побережий, обитателями морей и океанов. Узнаете, как люди получают из моря продукты питания, электроэнергию и полезные ископаемые, как организованы перевозки грузов через проливы и океаны и как водные просторы влияют на жизнь целых государств. Свой рассказ автор сопровождает графиками, рисунками и фотографиями, сделанными в ходе экспедиций в Чёрном, Белом, Баренцевом, Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском, Балтийском, Каспийском, Аральском, Южно-Китайском, Восточно-Китайском и Филиппинском морях.

УДК 551.46  
ББК 26.221

ISBN 978-5-04-215867-4

© А. Осадчиев, текст, фото, 2025  
© А. Рабалко, иллюстрации, 2025  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2025

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. Физика моря</b> .....	<b>21</b>
Почему вода в океане движется?.....	22
Пять круговоротов в океане .....	25
Вихри невраждебные: как устроены течения.....	30
Слоеный пирог океана .....	34
Приливы, движение на месте .....	38
Море волнуется .....	43
Пуд соли для океана .....	46
<b>2. Морская геология</b> .....	<b>53</b>
Подвижное дно океана .....	54
Подводные горы и каньоны.....	60
Вода камень точит .....	64
Самая высокая гора на Земле .....	66
Побег Гринвичского меридиана .....	68
Как ледник с плеч.....	71
<b>3. Морская биология</b> .....	<b>75</b>
Неуловимые жители океана .....	76
Травоядные и хищники .....	79
Океан: жабры планеты.....	82
Чудеса во тьме.....	86
Оазисы жизни в океане.....	90
Существует ли кракен на самом деле? .....	94

#### **4. Пять океанов**

**99**

Тихий океан.....	100
Атлантический океан.....	106
Северный Ледовитый океан.....	114
Индийский океан.....	121
Южный океан.....	127

#### **5. Четыре стихии: вода, воздух, земля и лед**

**135**

Вода и воздух.....	136
Непредсказуемые близнецы.....	139
Арктика, кухня погоды.....	142
Южные льды.....	148
Вода прибывает.....	151
Речные плюмы.....	154
Пластиковые пришельцы.....	158

#### **6. Ресурсы океана**

**163**

Океан – общее достояние?.....	164
Еда – двигатель прогресса.....	168
Ловить или выращивать?.....	174
Что лежит на дне океана.....	179
Морские драгоценности.....	184
Обуздать стихию.....	187

#### **7. Море опасностей**

**193**

Цунами, гора воды.....	194
Морские наводнения.....	197

Глаз бури.....	200
Опасный круговорот .....	202
Кораблекрушения .....	204
Природные токсины .....	209

## **8. Океан открытий** 213

Навстречу ветру .....	214
Часы – не роскошь, а средство обеспечения мореплавания .....	216
Первые океанологи.....	219
Последние белые пятна на карте.....	221
Легендарные научные суда XX века .....	223

## **9. Морские пути** 231

Море нефти и газа .....	232
Движение твердых тел .....	237
Соединяя океаны.....	240
Все флаги в гости будут к нам.....	245
Паутина на дне океана.....	247

## **10. Океан и человек** 251

Море зовет .....	252
Дом в океане .....	256
Нефтяные города.....	259
Остров своими руками .....	262
Обустройство морского дна.....	265
<b>ОТ АВТОРА.....</b>	<b>269</b>
<b>БЛАГОДАРНОСТИ .....</b>	<b>271</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Что такое океанология? О чем люди подумают, если сказать им, что я океанолог? Обычно они думают, что я изучаю китов и дельфинов, а еще погружаюсь под воду с аквалангом или в батискафе. Это стандартное и при том очень романтическое представление о профессии океанолога. Оно сложилось благодаря Жаку-Иву Кусто, самому известному океанологу. На самом деле он не занимался непосредственно наукой, но, тем не менее, очень сильно ее популяризировал. Важнейшее достижение Кусто – изобретение акваланга: используя его, исследователь смог заглянуть под воду по-настоящему. И не только заглянуть, но и показать увиденное всему миру, впервые в истории человечества!. Кусто снял великолепные фильмы про подводный мир и морских животных, про китов и коралловые рифы. Отсюда вырос стереотип про работу океанолога: это человек, который погружается под воду и смотрит там на рыбок среди кораллов.

Но какова океанология на самом деле? Это особенная наука: она, как естествознание, объединяет в себе и физику, и химию, и биологию, и геологию, и географию, и математику, и много других дисциплин. Обратимся к истории. Ученые Античности и Средневековья, как правило, интересовались одновременно самыми разными процессами в природе вокруг себя. Они наблюдали, как устроены суша, воздух, море, живые организмы, человеческое тело. Постепенно знания накапливались,

научные методы и приборы усложнялись. Естествознание на суше благополучно разделилось на разные науки – физику, математику, геологию, биологию, метеорологию и ряд других. Но в океанологии по определенным причинам этого не произошло. Она осталась комплексной наукой: естествознанием, сконцентрированным на процессах в океане.

Почему так произошло, в чем особенность океанологии, чем она отличается от всех других наук о Земле? Океан – очень сложная для изучения среда, и эту сложность человечеству не удастся преодолеть до сих пор. Люди заселили почти всю Землю, в XX веке освоили полеты в атмосфере, а потом и в ближнем космосе. В океане же мы присутствуем только на поверхности: в глубины люди опускаются очень редко и очень ненадолго, о полноценных подводных городах или даже просто стационарных исследовательских станциях до сих пор нет и речи. Часто говорят, что дно океана изучено хуже поверхности Луны. Действительно, в Марианской впадине до 2012 года побывало всего два человека, тогда как по Луне ходило 12 человек. Лишь несколько лет назад, в 2020 году, число людей, побывавших в Марианской впадине, превысило число лунных астронавтов. В чем же причина этих сложностей? Во-первых, в толще вод океана очень большое давление. Каждые 10 метров глубины добавляют давление в 1 атмосферу, таким образом, на глубине 100 метров давление составляет 10 атмосфер, на глубине в километр – уже 100 атмосфер. При этом средняя глубина океана – 4 километра (а это целых 400 атмосфер), а в Марианской впадине, глубина которой 11 километров, давление превышает 1000 атмосфер.

При таких параметрах не только человеку существовать очень сложно, но даже и измерения провести нелегко. Чтобы что-то измерить в океане, надо опустить в него прибор, и этот прибор должен нормально работать при давлениях в десятки и сотни атмосфер. Если же вы хотите погрузить на глубину человека, да еще так, чтобы он мог проводить какие-то наблюдения,

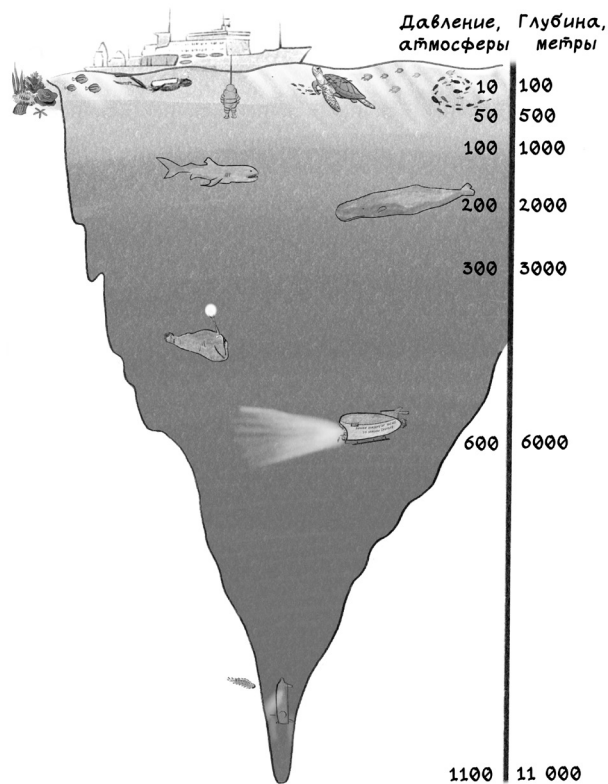


Рис. 1. Давление в океане на разных глубинах

то перед вами стоит феноменально сложная задача: сделать достаточно большой и многофункциональный аппарат, который не раздавит на больших глубинах.

Вторая проблема исследования океана заключается в том, что поверхность воды очень подвижна. В хорошую спокойную погоду проводить измерения — одно удовольствие. Но когда усиливается ветер, налетает шторм, становится уже не до того. При сильной волне движение судна и предметов на судне очень непредсказуемо. Приходится останавливать из-

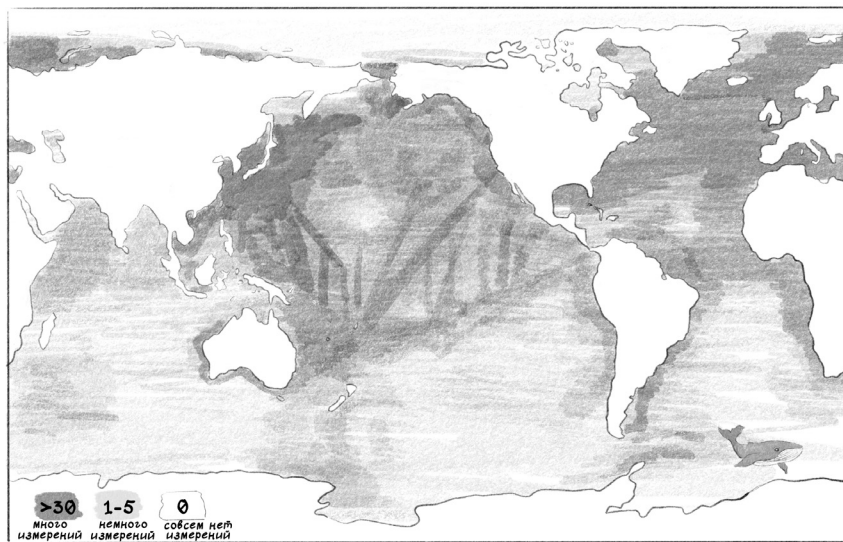


Рис. 2. Покрытие Мирового океана судовыми измерениями

мерения и закреплять приборы (да и все остальное) в неподвижном состоянии. Есть районы в океане, где почти всегда плохая погода и большие волны, — это знаменитые «ревущие сороковые», «неистовые пятидесятые» и «кричащие шестидесятые», акватории на 40-х, 50-х и 60-х градусах южной широты вокруг Антарктиды. Закономерно, что там одно из самых низких покрытий судовыми измерениями во всем Мировом океане. Судовые измерения осложняются и удаленностью от суши: чем дальше от порта — тем дольше переход и тем дороже экспедиция. Поэтому так мало измерений на огромных пространствах Тихого океана, особенно в его центральной и южной частях, где ближайшая суша — это маленькие острова или побережье Антарктиды. На рубеже XX и XXI веков в океан стали запускать тысячи автономных дрейфующих буев-измерителей, которые значительно увеличили количество измерений в верхней толще вод океана. Тем не менее, до сих пор недостаток прямых измерений — основной сдерживающий фактор развития океанологии.

Третья принципиальная проблема исследований заключается в том, что океан «непрозрачный»: в нем плохо распространяются сигналы. Свет в морской воде затухает на глубинах от нескольких сантиметров до нескольких сотен метров в зависимости от прозрачности воды. Также и любые другие электромагнитные волны, включая радиосвязь (основной метод передачи информации на суше и в космосе) оказываются не самыми пригодными в толще моря из-за быстрого затухания сигнала. Звуковые волны, напротив, затухают в океане гораздо медленнее, чем в атмосфере, и этот метод передачи сигнала на большие расстояния — единственный, массово применяющийся в океане. Тем не менее распространение, ослабление и искажение звука сильно зависят от свойств морской воды и морского дна. Кроме того, генерация акустических волн для дальней связи требует больших энергетических мощностей, в отличие от радиоволн в атмосфере.

Из-за того, что через атмосферу хорошо проходят различные сигналы, поверхность Земли, как и поверхность океана, можно сканировать с воздуха и из космоса. Когда появились космические спутники, они стали регулярно обозревать Землю и измерять многие характеристики ее поверхности. Но так как в океане сигналы быстро затухают, спутниковые наблюдения захватывают лишь очень тонкий поверхностный слой, а глубины так и остаются неохваченными.

Итак, в океане очень сложно и дорого проводить измерения. Может быть, его получится описать с помощью математических уравнений? Может быть, не нужно ничего измерять, а можно просто все рассчитать? Действительно, еще в XIX веке были выведены уравнения Навье — Стокса, которые с высокой точностью описывают, как течет вода на нашей планете, в частности в океане. К сожалению, эти уравнения однозначно решаются лишь для самых простых случаев. Например, с их помощью несложно рассчитать, что было бы,

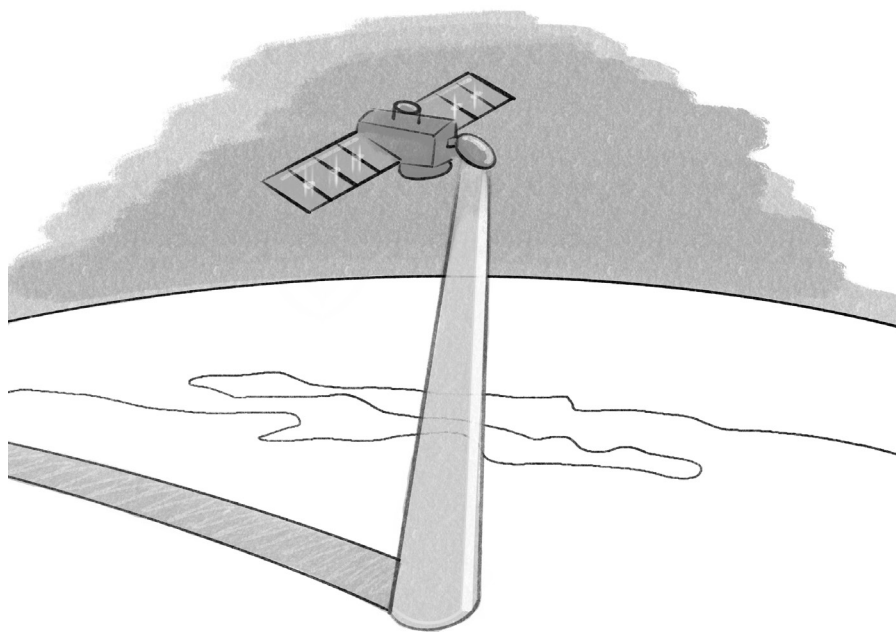


Рис. 3. Спутниковые измерения поверхности океана

если бы на нашей планете вообще не было бы суши, дно океана имело бы везде одинаковую глубину, и на океан не было бы никакого внешнего воздействия. Но когда появляются материки, острова, неоднородные глубины, уравнения становятся нерешаемыми в обычном смысле слова. Их можно решить численно, то есть отыскать приближенное решение с помощью компьютера, и чем мощнее будет компьютер, тем точнее будет решение. При этом в океане еще очень много других сложностей – даже для численных решений, не говоря уже об аналитических. На океан неравномерно воздействует ветер, воды охлаждаются и нагреваются, на поверхностный слой

океана влияют атмосферные осадки и испарение, в океан впадают реки, притяжение Луны и Солнца формирует приливы — происходит множество процессов, которые совершенно невозможно описать простыми уравнениями. А сложные уравнения либо решаются с большими погрешностями, либо требуют недостижимых вычислительных мощностей.

Итак, океан изучать очень сложно и дорого, и поэтому в океанологических исследованиях сохраняется сильная координация между разными направлениями. Что это за направления? Океанология (как и весь мир, по мнению древних людей) стоит на трех китах. Во-первых, физике моря. Физика моря изучает, как течет вода: от крупномасштабных течений и приливов до волновых процессов и турбулентности, а также как вода взаимодействует с атмосферой, сушей и морским льдом. Эта информация очень важна для двух других ключевых разделов океанологии — морской биологии и морской геологии, — так как именно физика моря описывает общие условия морской среды. Морская биология изучает живые организмы, обитающие в океане, на его поверхности, в толще воды, на морском дне и даже ниже — в самом морском дне, то есть в толще донных осадков. Морская геология изучает состав и строение земной коры под океанами, историю и развитие дна всей впадины Мирового океана, полезные ископаемые и условия их формирования, а также осуществляет их поиск, разведку и разработку. Морская геология изучает морское дно и морские берега, их строение и эволюцию под воздействием внешних условий, а также перенос вещества морской водой, которое потом формирует дно и берега моря.

У этих трех основ есть разные ответвления. С физикой моря тесно связана математика, а именно гидродинамика, которая математическими методами (а не измерениями) описывает движение воды в разных условиях. Во всех направлениях океанологии очень важное место занимает численное моделирование, в особенности в физике моря. Вычислитель-

ная математика обеспечивает теоретическую базу для численного моделирования. Еще одно ответвление – это химия океана, которая изучает как химический состав и процессы в морской воде, так и химические взаимодействия между морской водой, атмосферой, морским дном и морскими организмами. Геофизика – важное ответвление морской геологии: она изучает внутреннюю структуру и физические свойства Земли под морским дном, посылая и принимая различные сигналы: сейсмическими, гравиметрическими, магнитометрическими, электромагнитными, геотермическими и другими методами.

Одна из глобальных задач океанологии заключается в предсказании климата Земли, который очень сильно зависит от того, что происходит в океане. Предсказание климатических изменений – это фактически взгляд в будущее, возможный только с помощью численных моделей. Вначале создается модель и настраивается таким образом, чтобы правильно воспроизводить то, что было в прошлом. После того как исследователям удастся убедиться, что модель достоверно работает в прошлом и настоящем, ее запускают считать, что же будет в будущем.

Одна из важнейших особенностей океанологии, как и вообще наук о Земле, заключается в том, что они изучают реально существующий объект – Мировой океан. Все гипотезы и теории, которые строятся в океанологии, имеют смысл, только если они описывают процессы, реально происходящие в океане. Так и численное моделирование океана имеет смысл, только если оно достоверно воспроизводит процессы в океане. Любые результаты моделирования – и те, что кажутся правдоподобными, и неожиданные – необходимо подтвердить натурными измерениями, то есть непосредственными инструментальными измерениями в океане. Иными словами, необходимо убедиться, что результаты моделирования действительно существуют в природе.

Стоит отметить, что именно неожиданные, принципиально новые данные имеют особую ценность для науки, куда большую, чем подтверждение того, что все и так предполагали с большей или меньшей уверенностью. И в этом плане натурные измерения – процесс куда более надежный. Если что-то новое (остров, течение, вид животного) открыто в результате натурных измерений, то это достоверный факт, который реально существует в природе. Если же что-то новое открыто в рамках математической теории или численного моделирования, то оно обязательно должно быть подтверждено измерениями и наблюдениями. Именно поэтому океанология строится в первую очередь на натурных измерениях непосредственно в море.

Итак, натурные измерения важны, но при этом они, как правило, очень дорогостоящие. Чаще всего они производятся с морских судов, а судосутки (то есть сутки работы корабля вместе с экипажем) стоят очень дорого. Например, работа больших российских научно-исследовательских судов стоит несколько миллионов рублей в день. А теперь представьте, что вам необходимо проводить измерения в течение недели в центральной части Атлантического океана. Неделя на работу, еще несколько недель на то, чтобы прийти в район работ из порта и уйти назад в порт – набегает десятки миллионов рублей. Поэтому экспедиционная океанология – очень дорогое удовольствие.

А много ли удастся намерить за неделю? Работы на отдельной станции занимают час или несколько часов: время зависит от количества разных работ (зондирование океана, отбор проб воды, грунта и морских организмов) и от глубины океана в этой точке. Если нужно сделать только самые стандартные измерения температуры и солености от поверхности до дна моря, то в местах, где глубина моря – 100 метров, это займет около получаса, а на глубинах в несколько километров – до 3–5 часов. За сутки в таком режиме, с учетом переходов

между станциями, получается сделать не больше 5–10 станций, а если работать в глубоководных районах, то не больше 1–2 станций. И так, за неделю у вас может получиться сделать измерения всего в паре десятков точек в океане, а потрачено на это будет пара десятков миллионов рублей. Именно поэтому на научных судах ученые работают очень напряженно, без выходных и праздников, а если нужно работать круглосуточно — делятся на смены, ведь время в экспедициях очень дорогое.

Ситуацию с недостатком натуральных измерений в значительной степени улучшила уже упомянутая выше программа запуска в океан дрейфующих буй-измерителей «Арго». Суть программы заключается в запуске в свободное плавание большого количества автоматических измерителей характеристик океана. Идея очень простая, но реализовать ее удалось только в конце XX века, когда был создан достаточно дешевый (чтобы быть массовым) дрейфующий буй-измеритель температуры, солености и глубины. Схема работы буя «Арго» заключается в следующем. Почти все время буй дрейфует в океане в выключенном состоянии на глубине 1 километр. Раз в 10 дней он включается, опускается на 2 километра, а затем поднимается с этой глубины до поверхности моря, производя измерения. Далее в течение некоторого времени буй дрейфует на поверхности моря и передает сделанные измерения по спутниковой связи в приемный центр на берегу. Получив сообщение из приемного центра, что измерения благополучно переданы, буй погружается на глубину 1 километр и снова выключается.

Буи «Арго» дрейфуют большую часть времени на глубине в 1 километр, а не на поверхности океана. При дрейфе на поверхности буй подвергается разрушительному воздействию волн, солнца, ветра, льда и различных плавающих объектов (в том числе кораблей). Вероятность встретить что-то разрушительное на глубине 1 километр во много раз меньше.