

Современный технический университет

**МИРОВОЙ ВОДНЫЙ БАЛАНС
И КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Часть 3

Кувшинкова А.Д.

учебное пособие

Рязань, 2016

УДК 556

ББК 26.222

К88

Мировой водный баланс и комплексное использование водных ресурсов: Учебное пособие, часть 3/ сост. Кувшинкова А.Д.
Совр. техн. универ-т. - Рязань, 2016. - 36 с. - 50 экз.

Рецензент: кандидат географических наук Атаева Н.А.

Учебное пособие составлено по материалам отечественных учебников, научных монографий, статей, а также разработок автора. В пособии рассматриваются вопросы: Мировой океан и его части. Классификация морей. Происхождение, строение и рельеф дна Мирового океана. Донные отложения. Водный баланс Мирового океана. Солевой состав и соленость вод океана. Термический режим Мирового океана. Плотность вод и их перемешивание. Морские льды. Волнение. Приливы. Морские течения. Взаимодействие океана и атмосферы. Океан и климат. Ресурсы Мирового океана и его экологическое состояние.

Учебное пособие предназначено для студентов-бакалавров

Печатается по решению Ученого Совета Современного технического университета

УДК 556

ББК 26.222

К88

© А.Д. Кувшинкова,

© Современный технический университет, 2016

Введение

Целью учебного пособия по дисциплине «Мировой водный баланс и комплексное использование водных ресурсов» является ознакомление студентов с Мировым океаном, а также его особенностями как весьма интересного и важного компонента природной среды, требующего бережного отношения и рационального использования.

Мировой океан — основная часть гидросферы, составляющая 92,5% всей её площади, непрерывная, но не сплошная водная оболочка Земли, окружающая материки и острова, и отличающаяся общностью солевого состава. Мировой океан покрывает почти 70 % земной поверхности.

Первыми исследователями океана были мореплаватели. Во время эпохи географических открытий были изучены очертания континентов, океанов и островов. Путешествие Фернанда Магеллана (1519—1522) и последующие экспедиции Джеймса Кука (1768—1780) позволили получить представление об огромных водных пространствах, окружающих материки нашей планеты, и в общих чертах определить очертания континентов. Однако глубины океана были изучены очень слабо.

В середине XVII столетия нидерландский географ Бернхард Варен предложил употреблять по отношению к водным пространствам Земли термин «Мировой океан».

Современную концепцию Мирового океана составил в начале XX века российский и советский географ, океанограф и картограф Юлий Михайлович Шокальский (1856—1940). Он впервые ввел в науку понятие «Мировой океан», считая все океаны — Индийский, Атлантический, Северный Ледовитый, Тихий — частями Мирового океана.

Во второй половине XX века началось интенсивное изучение глубин океана. Методом эхолокации были составлены детальные карты глубин океана, были открыты основные формы рельефа океанического дна.

Для изучения строения океанической коры была организована международная программа по бурению океанического дна.

1 Мировой океан и его части. Классификация морей.

Водная поверхность земного шара представляет собой единую поверхность, называемую Мировым океаном. Его площадь равна 361,3 млн. км³, а средняя глубина 3,7 км. Океан и суша распределены на земном шаре неравномерно. Южное полушарие более океаническое, чем северное. Здесь океан занимает 81% площади полушария, в северном полушарии — 61%. Неравномерное распределение воды и суши на нашей планете — важнейший фактор формирования природы земного шара.

Условно Мировой океан разделяют на более или менее самостоятельные крупные части — океаны, сообщающиеся между собой. Впервые деление Мирового океана на части было выполнено в 1650 году, голландским ученым Б. Варениусом. Он выделил пять океанов: Северный Ледовитый, Атлантический, Тихий, Индийский и Южный. Этого деления придерживаются и сейчас во многих странах мира.

Мировой океан делится на отдельные части (рис. 1).



Рис. 1. Части Мирового океана

Прежде всего Мировой океан — это совокупность отдельных океанов (табл. 1).

Таблица 1. Основные характеристики океанов (по К. С. Лазаревичу, 2005 г.)

Океан	Общая площадь, млн км ²	Средняя глубина, м	Наибольшая глубина, м	Объем, млн км ³
Тихий	178,62	3980	11 022 (Марианский жёлоб)	710,36
Атлантический	91,56	3600	8742 (жёлоб Пуэрто-Рико)	329,66
Индийский	76,17	3710	7729 (Зондский жёлоб)	282,65
Северный Ледовитый	14,76	1220	5527 (Гренландское море)	18,07
Мировой океан	361,10	3700	11 022 (Марианский жёлоб)	1340,74

Каждый океан имеет свои ответвления — моря и заливы. Морем называется часть океана, так или иначе ограниченная берегами материков, островами и повышениями дна (порогами), отличающаяся от соседних частей особенностями физических и химических свойств, экологических условий, а также характером течений и приливов.

По морфологическим и гидрологическим признакам моря подразделяются на окраинные, средиземные (внутриматериковые и межматериковые) и межостровные.

Окраинные моря располагаются на подводных окраинах материков и в переходных зонах и отделяются от океана грядами островов, полуостровами или подводными порогами. Моря, приуроченные к материковым отмелям (шельфовые моря), мелководные. Например, максимальная глубина Желтого моря 106 м. Моря, расположенные в переходных зонах, имеют глубины до 3500—4000 м (Берингово, Охотское, Японское).

Воды окраинных морей по физическим свойствам и химическому составу мало отличаются от океанических, так как эти моря соединяются с океанами на широком фронте.

Средиземные моря глубоко вдаются в сушу и с океаном соединяются одним или несколькими сравнительно узкими проливами. Некоторая обособленность средиземных морей, затрудненность их водообмена с океаном сформировали особый гидрологический режим этих морей, отличный от океанического.

Средиземные моря принято делить на **межматериковые и внутриматериковые.**

Межматериковые моря приурочены к крупным зонам тектонической активности, поэтому характеризуются большими глубинами, довольно сильной расчлененностью, сейсмичностью и вулканизмом. Располагаются они между материками: Средиземное (Романское) и Красное между Евразией и Африкой; Американское — между Северной и Южной Америкой; Азиатско-Австралийское — отделяет Австралию от Азии.

Внутриматериковые моря оконтурены берегами одного и того же материка (Балтийское, Белое, Черное и др.) и лежат на участках с материковой корой. Обычно мелководны. Например, наибольшая глубина Балтийского моря 470 м, Белого — 350 м, Азовского — 13 м.

Межостровные моря отделяются от океана более или менее тесным кольцом отдельных островов или островными дугами (Филиппинское, Фиджи, Банда, Сулу и др.). К межостровным морям относят и Саргассово море, не имеющее выраженных границ, но обладающее ярко выраженным специфическим гидрологическим режимом и особыми видами животных и растительных форм.

Заливы — части океана (моря), вдающиеся в сушу, но не отделенные от него подводным порогом. В зависимости от происхождения, строения берегов и формы заливы имеют различные, зачастую местные названия: фьорды, бухты, лагуны, лиманы, губы.

2 Происхождение Мирового океана

Происхождение Мирового океана является предметом идущих уже сотни лет споров.

В настоящее время считается, что образование Земли началось 4,6 млрд лет назад. По геологическим меркам, Земля сформировалась очень быстро, примерно за первые сто миллионов лет своей истории достигнув 93—95% сегодняшней массы. Наиболее вероятно, что первоначально Земля не имела атмосферы и гидросферы, а ее поверхность непрерывно изменялась в результате интенсивной метеоритной бомбардировки.

Образование планеты сопровождалось сильным гравитационным сжатием и выделением столь большого количества тепла, что первые сотни миллионов лет у поверхности Земли существовал магматический океан, или расплавленная первичная астеносфера. Так как в расплаве (магме) находились вещества разные по составу и плотности, началась гравитационная дифференциация. При этом более плотные вещества (тяжелые металлы) погружались, образуя металлическое (железное) ядро планеты, а менее плотные (силикаты) всплывали, постепенно создавая мантию и литосферу. Дифференциация сопровождалась дегазацией мантийного вещества, при которой легко кипящие фракции переходили в газообразное состояние и, выходя на поверхность, формировали первичную плотную и горячую атмосферу Земли. Наиболее вероятно, что вначале атмосфера состояла из углекислого газа (CO_2), аммиака (NH_3), возможно также сернистого водорода (H_2S) и хлористого водорода (HCl), но главное, в ней появился водяной пар, количество которого постепенно увеличивалось и, по некоторым оценкам, могло достигать величины порядка 10^{21} кг, что составляет около 70% массы современной гидросферы Земли.

Постепенное истощение источников внутреннего тепла Земли привело к остыванию и кристаллизации магмы с последующим образованием первичной твердой земной коры. Дальнейшее остывание верхних слоев планеты и понижение температуры ниже точки кипения неизбежно вызвало конденсацию водяного пара и тем самым появление жидкой фазы воды. Можно полагать, что озера первичной гидросферы на поверхности молодой

планеты неоднократно испарялись и появлялись вновь, пока не установился температурный режим, в среднем повсеместно допускавший существование жидкой воды.

Таким образом, гидросфера Земли начала формироваться не позднее 4 млрд лет тому назад при постепенном остывании поверхности планеты и конденсации водяного пара первичной атмосферы. Первые, еще весьма мелководные, моря будущего Мирового океана заполняли впадины застывшего рельефа, разрастались, сливались с соседними водными бассейнами.

Известно, что при извержении современных вулканов наряду с твердыми частями (пеплом, вулканическими бомбами) и жидкой горячей лавой в изобилии выделяются газы. Обычно над кратером «живого» вулкана даже в относительно спокойный период его деятельности поднимается облако. Эта характерная особенность отразилась в названии вулканических островов — Курильские; вершины их гор постоянно дымят, курятся. Газовые облака над вулканами на 75—80 % состоят из паров воды, кроме того, в них имеются окись углерода, аммиак, метан, соединения серы, хлора и некоторые другие вещества. Большинство этих газообразных соединений поступает в атмосферу, а пары воды конденсируются и падают вниз в виде дождя.

Как только на Земле начали действовать вулканы, она окуталась облаками, у нее появилась оболочка из газов и дыма. Современные тонкие и очень точные методы анализа позволили установить состав первичной атмосферы, для чего были исследованы крошечные полости в древнейших кварцитах. Как показал анализ, маленькие пузырьки газа, пребывавшие в «законсервированном» состоянии 3,5—4 миллиарда лет, совершенно лишены свободного кислорода, но содержат двуокись углерода, сероводород, двуокись серы, аммиак, соляную и плавиковую кислоты, а также небольшое количество азота и инертных газов.

Как это ни парадоксально, но океан с первых дней своего существования был соленым, хотя и образовался из совершенно чистой дистиллированной воды. Дело в том, что в воду незамедлительно переходили некоторые другие составные части вулканических газов, главным образом галоидные кислоты и двуокись углерода, а также сероводород и аммиак. Растворенные в воде кислоты реагировали с горными породами, извлекая из них соответствующие количества натрия, калия, кальция и других элементов с образованием солей, благодаря чему в растворе поддерживалось кислотно-щелочное равновесие.

Вот почему соленая океанская вода всегда была нейтральной. Положение о том, что все анионы морской воды возникли из продуктов дегазации мантии Земли, а катионы из разрушенных горных пород, наиболее детально обосновано в трудах крупнейшего специалиста в области геохимии океана академика А. Виноградова.

В результате перехода части вулканических газов в растворенное состояние атмосфера Земли продолжала оставаться очень тонкой, и потому температура на поверхности планеты все время держалась ниже 100°C , но выше нуля, то есть такой, при которой вода пребывает в жидком состоянии. Таким образом, Земля во все время своего существования, начиная с конца катархея, обладала жидкой оболочкой — гидросферой, в чем и заключается ее главное отличие от других планет солнечной системы.

3 Строение и рельеф дна Мирового океана

Средняя глубина Мирового океана, покрывающего более 70% земной поверхности, около 4 км. Это ничтожная величина по сравнению с общей длиной земного радиуса (всего 0,06%), но вполне достаточная для того, чтобы сделать дно Мирового океана недостижимым для непосредственного исследования обычными геологическими и геоморфологическими методами, которыми пользуются при полевых работах на суше. Дальнейшее изучение рельефа морского дна показало ошибочность прежних представлений о монотонности и простоте строения рельефа дна океана.

Общее представление о распределении земной поверхности по ступеням высот и глубин дает **гипсографическая кривая**. По способу построения это кумулятивный график распределения высот и глубин.

Сравнивая батиграфические кривые отдельных океанов и Мирового океана в целом видим, что в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах распределение глубин очень сходно и следует тем же закономерностям, что и распределение глубин по всему Мировому океану. От 73,2 до 78,8% площади дна океанов лежит на глубинах от 3000 до 6000 м, от 14,5 до 17,2% - на глубинах от 200 до 3000 м и только 4,8 - 8,8% площади океанов имеют глубины менее 200 м. Соответствующие цифры для Мирового океана 73,8%, 16,5% и 7,2%.

Резко отличается структурой батиграфической кривой Северный Ледовитый океан, где пространства дна с глубинами менее 200 м занимают 44,3%, а глубины, наиболее характерные для всех океанов (т.е. от 3000 до 6000 м), - всего 27,7%. Эта особенность батиграфической кривой приближает Северный Ледовитый океан к крупным глубоководным морям типа Средиземного или Карибского.

Несомненно, глубина моря или океана - одно из важнейших условий для развития различных природных процессов, и прежде всего - развития

жизни и осадкообразования, важное условие формирования рельефа и динамики геологических процессов. В зависимости от глубины океан обычно разделяют на **батиметрические зоны**:

1) **литоральную**, т. е. прибрежную, ограниченную глубинами в несколько метров;

2) **неритовую** - до глубин порядка 200 м;

3) **батиальную** - до 3 тыс. м;

4) **абиссальную** - от 3 тыс. до 6 тыс. м;

5) **гипабиссальную** - глубину > 6 тыс. м.

Пограничные глубины довольно условны, в отдельных конкретных случаях они сильно сдвигаются. Так, в Черном море абиссаль считается с глубины 2 тыс. м.

Еще со времен Г. Вагнера (1912) установилась традиция считать, что различные участки гипсографической кривой прямо соответствуют основным элементам рельефа дна Мирового океана. Так, отрезок кривой между отметками 0 и 200 м отождествляется с **материковой отмелью** - мелководной, более или менее выровненной поверхностью дна, окаймляющей обычно материка и крупные острова. Ниже отметки 200 м идет относительно крутой участок кривой, который соответствует так называемому **материковому склону** - зоне океанского дна, характеризующейся крутыми уклонами поверхности и ограничивающей снизу материковую отмель. Далее располагается участок кривой, соответствующий **ложу океана** - сравнительно выровненной глубоководной части дна океана, лежащей на глубинах более 3 тыс. м. Самый нижний и крутой участок батиграфической кривой сопоставляют с так называемыми **глубоководными впадинами**, т.е. участками дна океана, имеющими глубину более 6 тыс. м. Преобладающая часть площади дна океана с глубинами более 6 тыс. м приходится на Тихий океан, в Северном Ледовитом океане такие глубины вообще отсутствуют.

В действительности гипсографическая кривая по назначению и способу построения не может служить источником для получения представления об основных элементах донного рельефа. Действительно на дне Мирового океана есть и шельфы, и материковые склоны, и ложе океана, но названные понятия таксономически далеко неравнозначны, и их существование устанавливается не из гипсографической кривой, а из конкретных данных о рельефе дна различных морей и океанов. Кроме того, этими элементами не исчерпывается перечень крупнейших элементов рельефа океанского дна, т. е. имеются и такие элементы, которые не входят ни в шельф, ни в материковый склон, ни в ложе океана. На дне океана, как и на поверхности суши, имеются и горы, и возвышенности, и равнины.

Современные данные свидетельствуют о весьма значительном и разнообразном расчленении рельефа морского дна. Вопреки прежним представлениям в пределах дна океанов наиболее распространен холмистый и горный рельеф. Ровные поверхности обычно наблюдаются вблизи суши, в пределах материковой отмели, и в некоторых глубоководных котловинах, где

неровности «коренного» рельефа погребены под мощным слоем рыхлых осадков. Существенная внешняя особенность рельефа дна морей и океанов - преобладание замкнутых отрицательных элементов: котловин и узких желобообразных впадин различных размеров. Для рельефа океанского дна характерны также одиночные горы, в большом количестве встречающиеся среди холмистых или выровненных пространств, занимающих днища крупных котловин. Горные системы, как и на суше, имеют линейную ориентировку, в большинстве случаев значительно превосходят горные системы континентов по ширине, протяженности и площади, не уступают им в крупномасштабной вертикальной расчлененности. Величайшая горная система Земли - это система так называемых **срединно-океанических хребтов**. Она протягивается непрерывной полосой через все океаны, общая длина ее более 60 тыс. км, занимаемая площадь составляет более 15% земной поверхности.

Сложно построенные окраинные зоны океанов получили название **переходных зон**. Переходные зоны выделяются обилием вулканов, резкими контрастами глубин и высот. Большинство их находится на окраинах Тихого океана. Максимальные глубины океанов приурочены именно к глубоководным желобам переходных зон, а не к собственно ложу океана.

В наиболее типичном виде переходные зоны представлены в виде комплексов трех крупных элементов рельефа: **котловин окраинных глубоководных морей**; горных систем, отгораживающих котловины от океана и увенчанных островами, **островных дуг**; узких желобообразных впадин, расположенных обычно с внешней стороны островных дуг, - **глубоководных желобов**. Такое закономерное сочетание перечисленных элементов явно указывает на их единство и генетическую взаимосвязь. В строении некоторых переходных зон имеются заметные отклонения от этой типичной схемы.

Морфологически материковая отмель и материковый склон - единая система. Поскольку материка - это выступы земной поверхности, т. е. объемные тела, то материковую отмель можно рассматривать как часть поверхности материка, затопленную водами океана, а материковый склон - как склон материковой глыбы. Таким образом, на основе только морфологических особенностей намечается довольно четкое разделение дна Мирового океана на следующие основные элементы:

- **подводную окраину** материка, состоящую из материковой отмели, материкового склона и материкового подножия;
- **переходную зону**, состоящую обычно из котловины окраинного глубоководного моря, островной дуги и глубоководного желоба;
- **ложе океана**, представляющее собой комплекс океанических котловин и поднятий;
- **срединно-океанические хребты.**

Большая часть дна океанов представляет собой ровные поверхности, так называемые **абиссальные равнины**. Их средняя глубина - 5 км.

В центральных частях всех океанов расположены линейные поднятия на 1-2 км - **срединно-океанические хребты**, которые связаны в единую сеть длиной 60 000 км. Ширина хребтов около 1000 км, относительные превышения над абиссальными котловинами 2,5-3 км. Гребни срединных хребтов находятся на глубине в среднем 2700 м. В осевой части хребтов часто прослеживается осевая рифтовая долина глубиной 1,5 км и шириной 20-30 км. Хребты разделены трансформными **разломами** на сегменты, проявляющиеся в рельефе низкими возвышенностями, перпендикулярными хребтам. Склоны срединно-океанических хребтов, понижаясь, переходят в абиссальные океанические котловины.

На абиссальных равнинах расположено **множество одиночных гор**, часть из которых выступает над поверхностью воды в виде островов. Большинство этих гор - потухшие или действующие **вулканы**. Под тяжестью горы океаническая кора прогибается и гора медленно погружается в воду. На ней образуется коралловый **риф**, который надстраивает вершину, в результате формируется кольцевидный коралловый остров - **атолл**.

Если окраина континента пассивная, то между ним и океаном расположен **шельф** - подводная часть континента, и **континентальный склон**, плавно переходящий в абиссальную равнину.

Перед зонами субдукции, там, где океаническая кора погружается под континенты, расположены **глубоководные желоба** - самые глубокие части океанов.

Дно океанов на гипсометрической кривой, отражающей обобщённый профиль поверхности Земли, занимает нижнюю ступень на глубине около 4 км. Океаническая ступень составляет не менее 60% земной поверхности. Существование двух ступеней связано с резким отличием более плотной океанической земной коры от менее плотной континентальной.

Абиссальные котловины имеют размеры в тысячи километров в поперечнике, глубиной 5-6 км. От континентов котловины отделены пассивными и активными континентальными окраинами. Вдоль окраин до глубины 200 м протягивается шельф шириной от нескольких десятков до первых сотен километров. В сторону океана он обрывается крутым уступом - континентальным склоном. Высота уступа 2-4 км, шириной 30-40 км, уклон от 3-7 до 20-30° (в среднем 10°). Континентальный склон часто изборождён сетью подводных каньонов. От подошвы склона в сторону абиссальных котловин опускается континентальное подножие шириной 200-300 км. Пассивные окраины прослеживаются вдоль границ континентальной и океанической земной коры и характеризуются отсутствием сейсмичности и вулканизма. Они сложены мощными (5-7 км.) осадочными толщами, состоящими из материала, принесённого с континента. Характерны барьерные рифы и залежи солей. Континентальное подножие представляет собой аккумулятивное образование, возникшее на месте шлейфа турбидитных осадков, принесённых с континента. С течением времени по

мере увеличения осадочного материала пассивные окраины продвигаются в сторону океана, наращивая площадь шельфа. Активные окраины высоко сейсмичны. К ним приурочены глубоководные желоба (глубина 8-11 км.), которые отделяют океаническое ложе от вулканических островных дуг или окраинно-континентальных вулканических поясов.

Со стороны океана параллельно глубоководным желобам часто протягиваются краевые валы с поднятием дна океана на 500 м. относительно прилежащих абиссальных котловин. На дне океанов возвышаются многочисленные подводные горы, иногда выступающие в виде островов. В ряде случаев они группируются в протяжённые горные цепи (т.н. асейсмические хребты) и изолированные возвышенности. В своём большинстве они имеют вулканическую природу. Ложе океанов рассечено глубокими ущельями, отвечающими трансформным разломам. Эти ущелья перпендикулярны срединным хребтам, вдоль них происходит смещение отрезков хребтов на десятки и сотни километров. Длина разломов часто достигает нескольких тысяч километров. Глубина разломных ущелий составляет 5-8 км. В их обрывах обнажаются полные разрезы океанической коры.

Два главных геологических комплекса слагают дно океанов: фундамент, представленный базальтами и родственными им магматическими породами, и залегающий на нём осадочный чехол.

Поверхность океанического фундамента сильно расчленена на отдельные мелкие хребты и впадины с перепадом высот до 0,5 км. Разрез фундамента выдержан на всей площади океанов. Верхняя его часть (2-й слой) мощностью 2-3 км. состоит из базальтов (низкокальциевых океанических толеитов), залегающих в виде лавовых потоков, силлов и даек. Ниже располагаются габбро, пироксениты, серпентинизированные перидотиты нижнего, или 3-го слоя океанической коры мощностью 3-5 км. **Суммарная мощность коры равна 6-8 км.**

Осадочный чехол состоит из пелагических, органогенных илов, накапливающихся с очень малой скоростью (0,1-0,5 см, редко 1,0 см. в тысячу лет). Мощность осадков увеличивается от срединных хребтов, где она не превышает несколько десятков метров, к периферии океана, где она достигает 1000-3000 м, а у основания склона 5-18 км (область т.н. лавинной седиментации). Осадки заполняют понижения фундамента, нивелируя первичный рельеф. Поэтому поверхность абиссальных котловин представляет собой плоскую аккумулятивную равнину. Там, где фундамент выходит на поверхность дна или приближен к ней (прежде всего в срединно-океанических хребтах), отчётливо проступает сильная расчленённость рельефа.

Все структуры океана очень молоды. Они возникли и развивались за последние 150-180 млн. лет. Возраст океанического фундамента омолаживается по мере движения от окраин океанов к оси хребтов. Одновременно в том же направлении сокращается мощность осадков, а возраст их подошвы, как и базальтов фундамента, омолаживается к оси

срединных хребтов. В гребневой части хребтов осадки практически отсутствуют. По оси срединных хребтов протягивается очень узкая, шириной 4 км, зона современных излияний океанических базальтов (наращивания океанской коры). Здесь же выявлены многочисленные зияющие трещины (гьяры), обнаружена активная гидротермальная деятельность (температура до 350°C), сопровождающаяся отложением металлоносных слабосцементированных осадков и массивных сульфидов.

В оси срединных хребтов в результате раздвижения (спрединга) литосферных плит происходит формирование новой океанической коры. Скорость спрединга достигает от 2 до 18 см/год, площадь новообразованной океанской коры за год около 3 км². Общее углубление ложа океанов по мере удаления от оси хребтов пропорционально корню квадратному из возраста ложа. По мере продвижения от срединных хребтов океанический фундамент постепенно остывает, утяжеляется, опускается и под активными окраинами погружается (субдукция) в мантию вдоль наклонных сейсмофокальных зон Заварицкого-Беньоффа.

4 Донные отложения

Материал, образующий поверхностный слой литосферы на морском дне, называют *морским грунтом*. Морской грунт может быть представлен коренными породами, колониями живых организмов (коралловые рифы, устричные или пектеновые банки и др.), скоплением рыхлого материала, состоящего из твердых частиц различного состава и генезиса.

Этот тип морского грунта называют *морскими отложениями* или *морскими (донными) осадками*.

Мировой океан - гигантский резервуар, в который различными путями поступает разнообразный *осадочный материал* (частицы горных пород, минеральные зерна, нерастворимые остатки морских организмов и др.). Из него в ходе осаждения и накопления формируются различные типы морских отложений.

На дне Мирового океана накапливаются **осадки терригенного, биогенного, хемогенного, вулканогенного и эдафогенного происхождения**. Распределение осадков определяется климатической, вертикальной, циркумконтинентальной и тектонической зональностями.

Большую часть поверхности дна океана занимают биогенные осадки (40%), на долю терригенных осадков приходится 20%, глубоководных пелагических глин - 26%. Остальную поверхность дна занимают смешанные осадки, содержащие от 30 до 50% биогенного материала.

Терригенные осадки (свыше 70% терригенного материала), преимущественно алюмосиликатного состава, обломочные (гравийно-галечные, песчаные, алевритовые), обломочно-глинистые и глинистые, распространены в морях и в примыкающих к континентам районах океана на любых глубинах. Мощные толщи терригенных осадков накапливаются у

устьев крупных рек и на подножиях континентальных склонов, где формируются огромные глубоководные конусы выноса мощностью до 15-18 км (конусы Ганга, Амазонки, Миссисипи и др.).

В приконтинентальных осадочных бассейнах осаждается до 93% вынесенного с континентов терригенного материала.

Биогенные известковые осадки образуются из скелетных остатков или раковин планктонных и бентосных организмов. Распространены в основном в пелагических областях океана на глубине, не превышающей критической глубины карбонатакопления (в среднем 4,5 км), глубже которой карбонат кальция растворяется.

Бентогенные (кораллово-водорослевые, ракушечные, мшанковые и др.) осадки развиты на мелководьях. **Планктоногенные кремнистые** свыше 50% SiO₂ биогенного происхождения и **кремнисто-глинистые** (10-50% SiO₂) диатомовые или радиоляриевые илы образуются на абиссальных глубинах в широтных зонах повышенной биологической продуктивности поверхностных вод океана (умеренных и экваториальной), а также на шельфе в зонах прибрежных апвеллингов и в котловинах окраинных морей.

Хемогенные осадки представлены в открытом океане в основном железомарганцевыми конкрециями и корками, пелагическими глинами, на мелководьях - известковыми оолитовыми и железистыми типами осадков.

Вулканогенно-осадочные образования дна Мирового океана сложены либо обломочными продуктами наземных и подводных извержений, либо осадочными металлоносными (железисто-марганцевистыми, сульфидными) илами. Широко распространены в районах островных дуг, где связаны с взрывным субаэральным вулканизмом. Металлоносные илы формируются в результате выпадения металлов, поступающих из подводных гидротермальных источников в срединно-океанических рифтах. Отложения образуются также из продуктов тектонического дробления и подводного размыва коренных пород дна (базальтов, габброидов, серпентинитов и др.) и встречаются в зонах трансформных разломов, на дне рифтовых долин и в глубоководных желобах.

Большие площади дна котловин на абиссальных глубинах (глубже критической глубины карбонатакопления) в открытом океане в центрах субтропического антициклонического круговоротов покрыты **полигенными пелагическими (красными) глинами**, которые накапливаются крайне медленно, обычно менее 1 мм в 1000 лет в условиях очень слабого поступления терригенного и биогенного осадочного материала.

5 Водный баланс Мирового океана

Общее уравнение среднего многолетнего годового водного баланса Мирового океана может быть записано в виде:

$$x + y + w = z \pm Du,$$

где x - осадки на поверхность океана (в среднем 1270 мм в год, или

458 000 км³ в год);

u - поверхностный сток (124 мм, 44 700 км³, из них 41 700 км³ приходится на реки, 300 км³ на «ледниковый» сток Антарктиды и арктических островов);

w - подземный сток (6 мм, 2200 км³);

z - испарение с поверхности океана (1400 мм, 505 000 км³);

Du - изменение уровня (если члены уравнения представлены в величинах слоя) или объема вод океана (если члены уравнения даны в объемных единицах).

Атмосферные осадки составляют 90,7% приходной части водного баланса Мирового океана, а испарение — все 100% его расходной части. Как показали исследования Р.К. Клиге, в уравнении в среднем с 1900 по 1975 г. Du равно 1,5 мм/год, или 542 км³/год. Повышение уровня Мирового океана происходит в основном вследствие увеличения поступления вод в результате таяния ледников Антарктиды и арктических островов, а также сокращения объема подземных вод и вод озер. Объем океана за 1900—1975 гг. увеличился приблизительно на 41,2 тыс. км³, т.е. на 0,0037% (а его уровень повысился за это время более чем на 11 см).

6 Солевой состав и соленость вод океана

Вода — активный растворитель, поэтому в морской воде присутствуют почти все известные на Земле элементы. **Все растворенные вещества разделяются на четыре группы: группа, определяющая соленость воды, группа микроэлементов, точнее «рассеянных» элементов, группа биогенных веществ и группа растворенных газов.**

Вещества первой группы содержатся в воде в наибольших количествах, измеряемых в граммах на килограмм, т.е. в тысячных долях, в промилле (‰). Они определяют соленость воды. Соленость - характеристика, обуславливающая физические свойства морской воды: плотность, температуру замерзания, скорость звука и т. д. Ее значение зависит также от физических процессов — испарения, притока пресных вод, таяния льда, замерзания воды и т. д. Соленость — важнейшая характеристика морской воды.

Вторая группа примесей — элементы, содержащиеся в воде в ничтожных количествах в единице массы (10^{-3} — 10^{-6} %), но в общей сумме их содержание в Мировом океане измеряется миллионами тонн (медь, уран, золото и др.).

К третьей группе веществ относятся соединения азота, фосфора, кремния и других элементов, участвующих в процессе жизнедеятельности организмов, поэтому они и названы биогенными веществами. Их содержание измеряется в миллиграммах на кубический метр, т. е. единицами, в миллион раз более дробными, чем измеряется соленость. Эти вещества не влияют на физические свойства воды, а их количество и соотношение определяются биохимическими процессами жизнедеятельности.

Четвертая группа веществ — газы, содержащиеся в количествах, измеряемых миллиграммами на литр воды. Это кислород, азот, сероводород и другие газы, количество которых связано как с физическими факторами (температура, давление, соленость), так и с биологическими.

Кроме того, в морской воде присутствуют растворенное органическое вещество в виде коллоида, механические примеси (взвесь) в виде материала, снесенного с суши, или остатков отмерших организмов, и наконец, в виде живых организмов от бактерий до рыб.

По современным представлениям гидросфера, как и атмосфера, образовалась на ранних стадиях развития Земли в результате выплавки базальтов и процессов дегазации верхней мантии. В это время сложились первичные солевой состав вод Мирового океана и их соленость. В дальнейшем в океан стали смываться продукты разрушения суши, имеющие другой химический состав, поэтому стало изменяться и общее соотношение ионов: главные катионы морской воды обязаны своим происхождением выветриванию изверженных горных пород и выносу их в океан реками, а большинство анионов связано с исходной фазой образования океана, с дегазацией мантии. Эти процессы происходят и в наше время, но с несравнимо меньшей интенсивностью. Изучение таких процессов относится к важнейшим вопросам современной океанологии.

Еще в начале XIX в. было замечено, что **количество растворенных в водах океана солей может сильно различаться, но солевой состав, соотношение различных солей, определяющих соленость вод, во всех районах Мирового океана одинаковы.** Эта закономерность формулируется как **свойство постоянства солевого состава морских вод.** Это свойство вод Мирового океана было обнаружено в результате изучения химических анализов проб воды, полученных во время кругосветной экспедиции «Челленджера» В. Дитмаром, и с тех пор никогда не опровергалось.

Соленость морской воды — это содержание в граммах всех минеральных веществ, растворенных в 1 кг морской воды, при условии, что бром и иод замещены эквивалентным количеством хлора, все углекислые соли переведены в оксиды, а все органические вещества сожжены при температуре 480°C.

Соленость морской воды определяют по содержанию хлора или по электропроводности воды, так как морская вода — это электролит: чем больше солей в воде, тем больше ее электропроводность, т. е. меньше сопротивление; измеряя последнее, можно по таблицам пересчитать его в соленость. Можно использовать измерения угла преломления света в воде, так как этот угол зависит от солености. Можно получить соленость и по измерениям плотности воды. Наиболее точен полный химический анализ, однако этот способ слишком трудоемкий.

На поверхности океана величина солености определяется процессами, формирующими водный баланс: соленость выше там, где пресная составляющая мала, ниже — на участках, где ее значение больше.

С поверхности вглубь океана соли распространяются процессами перемешивания, глубина которого ограничена некоторыми пределами значений плотности. Обычно это десятки или немногие сотни метров. В основной же массе вод океана распределение солёности так же, как и других океанологических характеристик, связано с горизонтальным переносом, т.е. с течениями. Поэтому вертикальная структура вод океана весьма неоднородна, в океане существует много «инородных» прослоек, выявляющихся в виде глубинных экстремумов этих характеристик. Преобладает общая закономерность роста солёности вниз, в толщу воды, потому что это обеспечивает возможность вертикального равновесия слоев воды: чем больше солёность, тем больше ее плотность. Но из-за того что плотность зависит еще и от температуры, это равновесие возможно и при уменьшении солёности, если низкая температура компенсирует уменьшение плотности из-за солёности.

7 Тепловой баланс Мирового океана

Термический режим океана во многом определяет тепловой режим и климат всей планеты. К главным приходным статьям теплового баланса Мирового океана относится солнечная радиация и теплообмен с атмосферой, к дополнительным — тепловой сток рек и выделение тепла при ледообразовании. Главные расходные члены уравнения теплового баланса Мирового океана — это потери тепла на испарение и теплообмен с атмосферой, дополнительные — потери тепла на плавление льда.

Главное значение в тепловом балансе океана, конечно, имеет теплообмен через поверхность, на которую поступает солнечная радиация — главный источник тепла, и где происходит испарение — главный вид его расхода.

Распределение температуры воды на поверхности океана подчиняется закону широтной зональности, так как поступление солнечной энергии зависит от широты. Распределение температуры на картах показывают при помощи изотерм (линий равной температуры).

Наиболее высокая температура воды на поверхности Мирового океана наблюдается в экваториальной зоне, несколько севернее экватора. Линия наивысшей температуры воды называется термическим экватором. Вблизи него средняя годовая температура воды 27-28°C. Эта линия смещается на несколько градусов широты к северу летом северного полушария и к югу — зимой.

От зоны термического экватора температура воды в поверхностном слое океана понижается в направлении полюсов до - 1,0 – - 1,8° С. (Известно, что морская вода замерзает при отрицательной температуре.) У берегов, в заливах температура воды летом может повышаться до 30-32°C.

Общее зональное распределение температуры (так же, как и распределение солёности воды) нарушается течениями, реками и льдами. Течения в умеренных широтах переносят воды от западных к восточным

берегам океана. Поступая из низких широт в более высокие, эти течения несут в северо-восточном направлении в северном полушарии и юго-восточном направлении в южном нагретые воды. У западных берегов океана навстречу этим водам из высоких широт движутся холодные воды. Поэтому в близких к высоким широтам температура воды в океанах у западных берегов ниже, чем у восточных.

Реки, как правило, не оказывают существенного влияния на температуру вод океана. Но в некоторые районы они вносят в моря весной более нагретую, а осенью более холодную воду, чем в море. Важное значение при этом имеет ориентация рек. Великие сибирские реки, например, текущие с юга на север, оказывают заметное тепляющее влияние на прибрежные районы Северного Ледовитого океана.

Таяние льдов охлаждает морскую воду. У кромки льдов в арктических и антарктических районах температура воды поэтому почти всегда близка к точке замерзания.

Сезонные колебания температуры воды на поверхности Мирового океана определяются изменением теплового баланса в течение года. Наибольшие колебания приурочены к умеренным широтам, от которых к экватору и к полюсам они уменьшаются.

Наивысшая температура воды в северном полушарии, как правило, приходится на август, наименьшая — на февраль, т.е. на один месяц позже по сравнению с температурой воздуха. Сказывается тепловая инерция воды, связанная с большой ее теплоемкостью. В мелководных морях время максимумов и минимумов температуры воздуха и воды совпадает (например, в Азовском море).

Сезонные колебания захватывают лишь верхние слои воды, постепенно затухая от поверхности вглубь на несколько десятков метров, и лишь в немногих районах эти колебания распространяются до 300-400 м.

Сезонные колебания температуры в морях гораздо значительнее и возрастают по мере удаления от океана. Так, в Средиземном море разность летней и зимней температуры 12-13°C, в Черном море — 18-20, в Азовском — 25-28°C.

Суточные колебания температуры, вызываемые суточными колебаниями составляющих теплового баланса, наблюдаются лишь в самом верхнем слое воды и редко превышают 1-2°C в тропиках, а в полярных районах еще меньше.

Наивысшая средняя годовая температура воды в поверхностном слое Мирового океана около 30° С, наименьшая — минус 2° С (во льдах).

8 Плотность вод и их перемешивание

Одной из важнейших характеристик морской воды является плотность. Плотностью морской воды в океанографии принято называть отношение массы единицы объема воды при той температуре, которую она имела в момент наблюдений, к массе единицы объема дистиллированной воды при 4°

С, т. е. при температуре ее наибольшей плотности. Плотность морской воды существенно растет с увеличением солёности. Возрастанию плотности поверхностных слоев воды способствует охлаждение, испарение и образование льда.

В открытом океане плотность, как правило, определяется температурой и поэтому от экватора к полюсам растет.

С глубиной плотность воды в океане увеличивается. Вода значительно плотнее воздуха. Поэтому изменение давления с увеличением глубины в океане происходит гораздо быстрее, чем в атмосфере. На каждые 10 м глубины давление увеличивается на 1 атм. Нетрудно подсчитать, что на глубинах порядка 10 км давление достигает 1 тыс. атм. Однако воздействие давления воды на живые глубоководные организмы незаметно, так как чрезвычайно мало сжатие воды, т. е. уменьшение ее удельного веса.

Интересно отметить, что, несмотря на малую сжимаемость морской воды, уровень реального Мирового океана расположен примерно на 30 м ниже того уровня, который он бы занимал при условии несжимаемости воды.

9 Морские льды

Морской лед - любая форма льда, образовавшаяся в море в результате замерзания морской воды. Характерными свойствами морского льда являются солёность и пористость, которые определяют его плотность (от 0,85 до 0,93-0,94 г/см³). Из-за малой плотности льдины возвышаются над поверхностью воды на 1/7-1/10 своей толщины.

Морской лед начинает таять при температуре выше 2,3⁰С, он более эластичен и труднее поддается раздроблению на части, чем пресноводный лед.

Морской лед по своему местоположению и подвижности разделяется на три типа: припай, дрейфующие льды, паковые многолетние льды (пак).

Ледовый режим Мирового океана определяется тем, что на преобладающей части его площади температура воды в течение всего года выше точки замерзания, поэтому льдообразование наблюдается только в полярных и субполярных широтах. В умеренной зоне лишь очень в немногих, преимущественно мелководных морях на короткое время устанавливается ледовый покров. Значительное отодвигание границы зимнего льдообразования в сторону полюсов определяется также солёностью, поскольку солёная вода замерзает при более низкой температуре, чем пресная.

Пресная вода, как известно, при охлаждении достигает наибольшей плотности при +4⁰С, а начинает замерзать только при 0⁰С. Процесс замерзания солоноватых вод (до 24,7‰) происходит так же, как и в пресной воде: вода сначала достигает температуры наибольшей плотности при данной солёности, а затем точки замерзания.

При солёности 24,7‰ температура замерзания и наибольшей плотности одинакова ($-1,332^{\circ}\text{C}$). При солёности больше 24,7‰ температура наибольшей плотности ниже температуры замерзания, вследствие чего замерзание морской воды происходит иначе, чем пресной, при этом только часть солей переходит в лёд, образовавшийся из морской воды, другая же часть стекает обратно в воду в виде солевого раствора, увеличивая тем самым солёность, а, следовательно, и плотность поверхностной воды. Это обстоятельство, одной стороны, способствует поддержанию и усилению конвекционных движений и тем самым задерживает замерзание, а с другой — требует дальнейшего понижения температуры, т.к. с увеличением солёности понижается температура замерзания. Поэтому замерзание морской воды происходит не при одинаковой температуре, а при понижающейся.

Плотность солёного льда меньше плотности льда пресного ($0,85\text{—}0,94\text{ г/см}^3$) и зависит от температуры, солёности, плотности, возраста льда и условий льдообразования.

Морской лёд по сравнению с пресноводным отличается большей пластичностью и вязкостью, но обладает меньшей прочностью.

В отличие от неподвижного льда (забереги, береговой припай), морской лёд может быть плавучим. Плавучие льды, не связанные с берегом, называются дрейфующими. Среди них по размерам различают битый лёд (от нескольких метров до 100 м в поперечнике) и ледяные поля, подразделяющиеся на гигантские (свыше 10 км), обширные (от 2 до 10 км) и большие поля (0,5—2 км).

В высоких широтах из-за короткого и холодного лета образовавшиеся за зиму льды не успевают растаять полностью, поэтому в этих районах встречаются льды разного возраста — от однолетних до многолетних. Многолетние (квазипостоянные) льды, мощность которых может достигать десять и более метров, называют **паковыми**.

Паковые льды почти не содержат солей и пузырьков воздуха и поэтому имеют голубоватый цвет. В Северном Ледовитом океане такие льды занимают до 80% площади океана. У берегов Антарктиды широкого распространения они не имеют. Для обычных ледокольных судов паковые льды непроходимы.

Кроме собственных морских льдов в океанах и морях встречаются **речные и материковые (глетчерные) льды**.

Речные пресные льды выносятся реками во время ледохода, часто имеют желтоватую окраску, летом тают или вкрапливаются в льды морского происхождения.

Материковые льды тоже пресные, голубоватые, обычно большой мощности. Они представляют собой обломки материкового или шельфового льда, сползающие в океан, и называются айсбергами.

Таяние морского льда в основном зависит от интенсивности солнечной радиации и альбедо его поверхности, как правило, покрытой снегом, и начинается с загрязнённых участков (обычно от берегов). После весеннего

перехода температуры воздуха через 0° на поверхности льда образуются озёрки — снежицы. Прочность структура пропитанного талой водой льда изменяются так же, как подмоченного водой куса сахара. Не изменяя существенно своих размеров, лёд становится чрезвычайно хрупким и легко рассыпается при малейшем надавливании на него.

Льды покрывают около 15% всей акватории Мирового океана, т.е. 55,4 млн км², в том числе 39 млн км² в южном полушарии.

Отдельные айсберги в северном полушарии достигают 35° с.ш., в южном — 40° ю.ш. и даже встречаются в тропиках. Для северных вод типичный крупный айсберг может иметь 200 м в поперечнике и возвышаться над уровнем моря примерно на 25 м. Глубина подводной части достигает 225 м, а общая масса $5 \cdot 10^9$ кг. Мощность Антарктических айсбергов доходит до 500 м, а размеры в поперечнике достигают нескольких десятков километров.

10 Волнение

Волны представляют собой периодические колебания частиц воды около положения их равновесия (вверх и вниз от среднего уровня).

Волнение водной поверхности океанов, морей и озёр — частный случай ритмических колебательных движений в природе. При движении одной жидкой или газовой массы по другой на плоскости их соприкосновения в результате трения неизбежно возникают волны.

Главная причина волнений на поверхности океана — ветер. При малых скоростях ветра (около 0,25 м/с) от трения воздуха воду возникает **рябь** — система мелких равномерных волн. Они появляются при каждом порыве ветра и мгновенно затухают.

При усилении ветра вода испытывает не только трение, но и удары, и при скорости ветра больше 1,0 м/с устанавливаются **ветровые волны**.

Волнения могут быть вызваны также резким изменением атмосферного давления (анемобарические волны), землетрясениями, извержениями вулканов (сейсмические волны — цунами), приливообразующими силами (приливные волны). Движущиеся суда создают особые — корабельные волны.

Волны, образованные на поверхности и в самом верхнем слое воды, называются **поверхностными** в отличие от **внутренних волн**, возникающих на некоторой глубине и незаметных на поверхности моря.

Волны характеризуются следующими элементами:

- гребень — наиболее высокая часть волны, выступающая над уровнем свободной поверхности;
- ложбина — часть волны, находящаяся ниже уровня спокойной водной поверхности;
- подошва — наиболее углубленная часть ложбины;
- склон волны — часть волны между гребнем и подошвой;
- длина — горизонтальное расстояние между гребнями или подошвами двух соседних волн;

- высота (h) — превышение волны над ее подошвой;
- крутизна — угол между ее склоном и горизонтальной плоскостью;
- быстрота продвижения волн (характеризуется их скоростью и периодом).

Скорость (V) — расстояние, пробегаемое в единицу времени гребнем волны (или любой другой точкой ее профиля).

Период — промежуток времени, в течение которого каждая точка волны перемещается на расстояние, равное ее длине.

Размеры ветровых волн находятся в прямой зависимости от скорости ветра, продолжительности его воздействия на водную поверхность, размеров и глубины водного пространства, охваченного ветром. Высота ветровых волн обычно не превышает 4 м; реже образуются волны высотой 8—10 м и более. Наибольшие ветровые волны наблюдаются в южном полушарии, где океан непрерывен и где западные ветры постоянны и сильны. Здесь волны достигают 25 м высоты, их длина составляет несколько сотен метров.

В морях волны значительно меньше, чем в открытом океане. Так, в Черном море зафиксирована максимальная высота волны — 12 м.

Внутренние волны, как показывают наблюдения, имеют амплитуду, обычно значительно большую, чем поверхностные ветровые волны. Даже в приповерхностных слоях их “высота” весьма велика. Правда, скорость их распространения и орбитальные скорости гораздо меньше, чем у поверхностных вод, и, следовательно, энергия внутренних волн гораздо меньше, чем у поверхностных волн той же амплитуды. Наблюдения показывают, что высота внутренних волн может достигать 20—30 м.

Цунами образуются в результате подводных землетрясений или извержений вулканов. Поэтому волны цунами называют морскими сейсмическими волнами.

Непосредственной причиной образования цунами являются изменения рельефа дна, происходящие в результате землетрясения: оползни, провалы, сбросы, поднятия и другие подобные явления, возникающие практически мгновенно на огромных участках океана.

Механизм возникновения цунами зависит от характера изменения рельефа дна. Так, при образовании цунами в момент возникновения провала на дне океана вода устремляется к центру образовавшейся впадины, заполняет ее, затем под действием инерционных сил переполняет, формируя невысокий, но громадный по объему холм воды на поверхности океана. Под действием тяжести эта выпуклость начинает совершать колебательные движения относительно уровня океана, соответствующего состоянию покоя — образуется цунами.

При резком поднятии дна на поверхности океана сразу же образуется выпуклость, которая под действием силы тяжести приходит в колебательное движение, и это тоже приводит к возникновению цунами и т.д.

Наступлению волн цунами на берег обычно предшествует понижение уровня моря. В течение нескольких минут вода отступает от берега на сотни метров, а при небольшой глубине и на километры. После этого приходят

волны цунами. За первой крупной волной, как правило, приходит еще несколько волн с интервалом от 20 мин до 1—2 час. Скорость распространения цунами колеблется от 150 км/ч до 900 км/ч. Приближаясь к берегу, волны замедляют свое движение и резко увеличивают высоту (до 20—30 м).

Особенно высокие волны образуются в узких, воронкообразных заливах с крутыми берегами.

11 Приливы

Периодические колебания уровня моря, возникающие под действием сил притяжения Луны и Солнца, называются приливными явлениями. Фазы подъема и спада уровня называют собственно приливом и отливом.

Приливообразующие процессы, обусловленные силами тяготения, вызывают колебательные движения всей массы вод Мирового океана. Эти движения сопровождаются изменениями уровня морей и океанов и течениями периодического характера. Т.е. возникают поверхностные и внутренние волны под действием Луны и Солнца.

Приливообразующая сила Луны в среднем в 2,17 раза больше приливообразующей силы Солнца. Поэтому основные черты приливных явлений определяются главным образом взаимным положением Луны и Земли.

Вследствие непрерывного изменения взаимного положения Земли, Луны и Солнца изменяются и величины приливообразующих сил Луны и Солнца. Они могут действовать в одной и той же точке, как в противоположных направлениях, так и в одном и том же. Это отражается на характере и величине наблюдаемых приливов и вызывает их изменения.

Существенное влияние на величину и характер приливов оказывают физико-географические условия моря (океана): очертания берегов, размеры, глубины, наличие островов и т. д.

Если бы океан покрывал Землю сплошь слоем одинаковой глубины, приливы на одной и той же широте были бы одинаковыми и не зависели бы только от приливообразующих сил Луны и Солнца. Однако, как известно, приливные колебания уровня на одной и той же широте меняются в весьма широких пределах. Так, в заливе Фанди (Канада) приливные колебания уровня составляют 16 м, а в Балтийском море, расположенном на той же широте, они практически отсутствуют.

При приливах и отливах возникают поступательные движения воды — приливные течения. Во время прилива они направлены к берегу, а при отливе — от берега. Расстояние по вертикали между уровнями полной и малой воды называется величиной прилива. Половина величины прилива — амплитуда прилива. Величину прилива не следует смешивать с высотой прилива, которая понимается как положение уровня в данный момент над каким-либо другим уровнем, условно принятым за нуль.

Промежуток времени между двумя последовательными полными или малыми водами называется периодом прилива (за это время наблюдаются один прилив и один отлив).

В зависимости от периода различают **полусуточные приливы**, имеющие средний период, равный половине лунных суток (12 ч 25 мин); **суточные** со средним периодом, равным лунным суткам (24 ч 50 мин); **смешанные**, у которых в течение половины лунного месяца период меняется с полусуточного на суточный.

Наблюдая за величиной прилива и временем наступления полных и малых вод, легко заметить, что они не остаются неизменными ото дня ко дню, а для случая смешанных приливов — и в течение суток.

Неравенства приливов вполне закономерны и связаны с изменением положения Луны, Солнца и Земли.

Выделяют следующие основные виды неравенств в явлении приливов: суточные, полумесячные, месячные (параллактические) и длиннопериодные.

Приливные волны распространяются вверх по некоторым рекам, вызывая колебания уровня на большом расстоянии от устья. Это расстояние зависит от уклона дна реки и скорости ее течения. Так, на реке Амазонке приливы ощущаются на расстоянии 1400 км от устья, на реке Святого Лаврентия — 700 км, на реке Хатанге — 700 км, на реке Ганг — 250 км и т.д.

Приливообразующая сила сказывается не только на гидросфере.

Приливы проявляются в атмосфере в виде периодических изменений атмосферного давления с амплитудой 1,25 мбар. Приливы, вызванные притяжением Луны и Солнца, оказывают тормозящее воздействие на вращение Земли. С этим связано уменьшение угловой скорости Земли и удлинение земных суток (0,001 за каждые 1000 лет), а также превращение механической энергии торможения вращения Земли в тепловую.

12 Морские течения

Это поступательные движения масс воды в морях и океанах. **На направление морского течения большое влияние оказывает сила вращения Земли, отклоняющая течения в Северном полушарии вправо, в Южном - влево.**

Морские течения различаются:

- **по происхождению** - вызываемые трением ветра о поверхность моря (ветровые течения), неравномерным распределением температуры и солености воды (плотностные течения), наклоном уровня (стоковые течения) и т.д.;

- **по характеру изменчивости** - постоянные, временные и периодические (приливного происхождения);

- **по расположению** - поверхностные, подповерхностные, промежуточные, глубинные, придонные;

- по физико-химическим свойствам - теплые (например, Гольфстрим, Куроисио), холодные (например, Лабрадорское, Курильское течения), опресненные и соленые.

Горизонтальный перенос масс воды из одного места океана или моря в другое называется течением. Эти поступательные движения воды играют огромную роль в жизни Мирового океана: способствуют обмену вод, перераспределению тепла, изменению берегов, переносу льдов, а также оказывают большое влияние на циркуляцию атмосферы и на климат различных частей Земли.

Пассаты в Северном полушарии обуславливают возникновение пассатного течения севернее экватора, которое под действием силы Кориолиса приобретает широтное направление и пересекает океан с востока на запад.

В южном полушарии южнее экватора устанавливается такое же пассатное течение. У западного берега океана северное пассатное течение под влиянием конфигурации берега отклоняется к северу, а южное — к югу. В пределах 30—40° с. ш это течение под действием силы Кориолиса приобретает широтное направление и пересекает океан с запада на восток. У восточного берега оно раздваивается. Южная ветвь течения устремляется вдоль берега, обеспечивая принос более холодных вод в тропические районы и постепенно отклоняясь к западу, вливается в северное пассатное течение, замыкая, таким образом, северное циркуляционное кольцо в ветвь, также распространяясь вдоль берега, образует теплое течение, поскольку здесь происходит перенос более теплых вод с юга. Отклоняясь к западу под воздействием конфигурации Северо-Американского материка, в Тихом океане эта ветвь образует второе северное циркуляционное кольцо, значительно меньшее, чем первое. В Атлантическом океане подобное кольцо также имеется, но севернее его, благодаря сложному распределению пространств суши и моря, здесь образуется еще одно небольшое циркуляционное кольцо в пределах Норвежского моря.

В Южном полушарии картина аналогичная, но второго кольца течений нет. На юге, там, где расположено сплошное водное пространство, существует мощное дрейфовое течение западных ветров (круговое антарктическое), соединяющее воды трех океанов воедино.

Вдоль экватора, между северным и южным пассатными течениями, образуется экваториальное противотечение, имеющее в отличие от пассатных направление с запада на восток. Оно в значительной мере имеет характер стокового и питается ответвлениями пассатных течений.

Поверхностные течения, возбуждаемые ветром, заметны только в верхнем слое в несколько десятков метров, поэтому долго считали, что в глубинах океана нет перемешивания воды течениями.

Однако, начиная с 1952 г., одно за другим были обнаружены глубинные противотечения в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах. Их рассматривают как компенсационные, обеспечивающие недостаток воды, вызванные поверхностными течениями. Под глубинными противотечениями

в ряде районов Мирового океана обнаружены течения противоположного направления (придонные). Очевидно, в океане существует многосерийное движение вод, пока еще не изученное.

13 Взаимодействие океана и атмосферы

Взаимодействие океана и атмосферы можно анализировать по двум направлениям:

- энергетического обмена;
- вещественного обмена.

Энергетическое взаимодействие океана и атмосферы многообразно. Главным является их взаимодействие как противоположно устроенных термических систем.

Атмосфера, как термическая система, получает тепловую энергию главным образом путем подогрева снизу, от земной поверхности. Земная поверхность в целом поглощает около 80% солнечной энергии. Всего лишь около 20% тепловой солнечной энергии поглощается непосредственно воздухом и облаками. Почти все тепло, получаемое нижними слоями атмосферы, является скрытым теплом конденсации, заложенным в водяном паре. При этом более половины этого тепла поступает из тропических районов. Большая же часть атмосферы имеет низкую температуру и не поглощает тепловую энергию, а излучает ее в космическое пространство.

Океан, как тепловая система, устроен противоположным образом. Верхний слой океана является мощным поглотителем тепловой энергии. Поверхность океана поглощает 99,6% поступающего на нее тепла и отражает всего лишь 0,4%. Для суши показатель поглощения составляет всего 55-69%. Причем суша занимает менее 1/3 площади земной поверхности. Следовательно, поверхностный слой океанской воды представляет собой главный аккумулятор тепла на Земле. В нижележащих слоях воды, напротив, происходит рассеивание тепловой энергии. Поскольку теплоемкость воздуха гораздо ниже, чем воды, при контакте воздуха с водной поверхностью происходит отдача тепла в атмосферу и понижение температуры поверхностного слоя океана.

Скрытая энергия, поступившая в атмосферу с водяными парами, частично преобразуется в механическую энергию. Она обеспечивает перемещение воздушных масс. Механизм этого преобразования малоэффективен. Лишь 1-2% тепловой энергии переходит в механическую. Остальная часть тепла расходуется на покрытие потерь радиации в мировое пространство. Но и этого количества энергии оказывается достаточно, чтобы привести в движение огромные массы воздуха и обеспечить горизонтальную циркуляцию в поверхностном слое океана.

Взаимодействие гидросферы с атмосферой сопровождается также и обменом веществами. Важнейшим веществом, поставляемым океаном в атмосферу, являются водяные пары (500 тыс. км³ в год по Калинин). Поступление водяного пара происходит из:

- гигантских вертикальных кучево-дождевых облаков в экваториальной зоне океана. Эти облака засасывают водяные пары и скрытую в них энергию в атмосферу на высоту 10-15 км;

- пассатных кучевых облаков тропических зон. Причем эти облака создают влажный конвективный слой, мощностью до 3 км, постепенно углубляющийся вдоль воздушного потока.

Огромные массы водяных паров поступают в атмосферу также из других климатических зон океана, а также в результате механического испарения. В процессе механического испарения происходит унос водяной пыли при сильных ветрах в нижние слои воздуха.

Океанические воды постоянно перемещаются, образуя своеобразный глобальный конвейер: холодные глубинные потоки двигаются от полюсов к экватору, а у поверхности ветры гонят нагретую Солнцем тёплую воду из экваториальных районов к полюсам. Непрерывное движение воды под действием солнечной энергии и силы тяжести называется мировым круговоротом воды. В морях, океанах, реках, озёрах и болотах Солнце нагревает воду, которая превращается в невидимый пар, переходит из жидкого состояния в газообразное — испаряется. Пар поднимается вверх вместе с нагретым воздухом. В высоких слоях атмосферы тёплый воздух охлаждается и уже не может удерживать столько водяного пара, как прежде. Мельчайшие капельки сливаются в большие, водяной пар конденсируется (вода из газообразного состояния переходит в жидкое), образуются облака. Капли в облаках становятся все крупнее и, наконец, выпадают на Землю в виде дождя или снега. Облака могут пролить дождь над океаном (так образуется малый круговорот воды), а могут, гонимые ветром, принести осадки на сушу. В этом случае вода собирается в маленькие ручейки, которые, сливаясь в реки, несут воду в моря и океаны.

При механическом испарении в атмосферу поступают также соли. Вынос солей в атмосферу в молекулярно-дисперсном состоянии происходит и при нормальном испарении. Концентрация метаморфизированных до молекулярно-дисперсного состояния солей в поверхностном слое воды может достигать 0,5 мг на 1 л испаряющейся воды. Таким путем в атмосферу поступают ионы Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} . В дальнейшем вместе с дождевыми водами они возвращаются в океан или поступают на сушу.

Атмосфера, в свою очередь, является главным поставщиком для океана углекислоты, азота и кислорода. Холодные воды служат лучшими растворителями углекислоты. Поэтому максимальное содержание углекислого газа приурочено к придонным слоям воды в высоких широтах. В поверхностном слое воды происходит интенсивное потребление углекислого газа фотосинтезирующими организмами. С глубиной содержание растворенного углекислого газа нарастает примерно до глубины 200 м и затем до дна остается почти без изменений. Меньшая часть углекислого газа поступает в результате окислительных процессов при разложении органической материи, а также при подводных вулканических извержениях.

При преобладании процесса изъятия углекислоты из атмосферы, все же происходит и отдача некоторого ее количества из океана в воздушную оболочку. Интенсивно поглощаясь холодными водами в высоких широтах, углекислый газ в экваториальных и тропических широтах выделяется из воды в атмосферу. В умеренных зонах зимой происходит интенсивное поглощение CO_2 водами океана, а летом, при прогревании поверхностного слоя воды, CO_2 отдается в атмосферу. Концентрация или дефицит углекислого газа в океанских поверхностных водах существенно влияет на всю гидрохимическую обстановку.

Ежегодно в виде известковых скелетов морских организмов на дно океана поступает около $2,5 \cdot 10^{14}$ г углерода. В результате в осадочных породах земной коры накоплено углерода на несколько порядков величин больше, чем его содержится в атмосфере и гидросфере. Так количество углерода в атмосфере оценивается величиной $6,3 \cdot 10^{17}$ г, в гидросфере $3,6 \cdot 10^{19}$ г. Концентрация углерода в земной коре в виде каустобиолитов оценивается величиной $6,4 \cdot 10^{21}$ г, а в виде известняков и доломитов $5 \cdot 10^{22}$ г.

подавляющая часть захороненных в земле каустобиолитов имеет органическое происхождение. Осаждение карбонатов идет преимущественно биологическим путем. Следовательно, их энергетический потенциал можно рассматривать как ресурсы преобразованной и законсервированной солнечной энергии, накопленные за миллиарды лет существования жизни на нашей планете. Вместе с тем накопление каустобиолитов и карбонатных пород в толще осадочного слоя земной коры, подстилающего океаны, представляет собой результат мощного крупномасштабного взаимодействия атмосферы, биосферы, водной оболочки и литосферы.

Основная масса азота, поступающего в морские воды, также имеет атмосферное происхождение. В 1 л воды в среднем содержится около 13 мг растворенного азота. Меньшая часть азота в океане высвобождается в результате разложения органической материи.

Непосредственным источником кислорода в океанической воде является также кислород атмосферы. Способность воды растворять кислород достаточно велика. В результате океан нормально аэрируется до самых больших глубин. Но воздух сам получает кислород, который высвобождающийся в процессе фотосинтеза, из поверхностного слоя океана. По мнению А. П. Виноградова этот процесс потребляет только около 2% поступающей солнечной энергии. Но этой энергии хватает, чтобы фотосинтез в поверхностном слое явился главным фактором обеспечения атмосферы кислородом.

Поверхностный слой воды перенасыщен кислородом, что видно по постоянному присутствию пузырьков газа на планктонных организмах. При дыхании растения потребляют около 15% продуцируемого ими кислорода, часть потребляют другие организмы, часть уходит из поверхностного слоя с погружающимися массами воды при вертикальном перемешивании, но большая часть кислорода отдается в атмосферу.

Количество выделяемого при фотосинтезе кислорода зависит непосредственно от интенсивности фотосинтеза. Поэтому области интенсивного фотосинтеза одновременно представляют собой области и перенасыщения кислородом и интенсивной отдачи его в атмосферу. В океанических областях с малой продуктивностью фитопланктона, напротив, происходит поглощение кислорода из атмосферы. При морском волнении, особенно при сильных штормах, отдача кислорода в атмосферу значительно усиливается.

14 Океан и климат

Океан играет огромную роль в формировании климата Земли. Под действием солнечной радиации вода испаряется и переносится на континенты, где выпадает в виде различных атмосферных осадков. Океанические течения переносят нагретые или охлаждённые воды в другие широты и в значительной мере ответственны за распределение тепла по планете.

Вода обладает огромной теплоёмкостью, поэтому температура океана меняется гораздо медленнее, чем температура воздуха или суши. Близкие к океану районы имеют меньшие суточные и сезонные колебания температуры.

Мировой океан — глобальный аккумулятор солнечной энергии. Днём Солнце нагревает планету, при этом за одну минуту солнечные лучи испаряют на Земле миллиард тонн воды, затрачивая колоссальное количество энергии. Охлаждаясь, водяной пар конденсируется, образуются облака, при этом выделяется огромное количество энергии, которую водяной пар возвращает атмосфере. Ночью материка быстро остывают, а массы океанической воды долго сохраняют тепло. Океан в свою очередь нагревает атмосферу и смягчает климат Земли в целом. В прибрежных районах материков формируется так называемый морской климат, для которого характерна мягкая зима и прохладное влажное лето. При этом в центральных районах континентов осадков выпадает немного и годовые амплитуды температуры воздуха очень велики.

15 Ресурсы Мирового океана и его экологическое состояние

Мировой океан в современном мире играет значимую роль в жизни человека. Он является огромным хранилищем энергетических, минеральных, растительных и животных богатств. При рациональном потреблении ресурсов и искусственном воспроизводстве, они могут считаться практически неисчерпаемыми. Мировой океан способен решать ряд острых задач, а именно необходимостью обеспечения продуктами питания и пресной воды быстро растущего населения планеты, а так же сырьём для развивающейся промышленности.

Основным ресурсом Мирового океана считается морская вода. Она содержит около 75 химических элементов (калий, уран, магний, бром и др.). В морской воде добывают более 33 % от всей мировой добычи поваренной соли. В Мировом океане есть неплохие тенденции добычи урана и дейтерия на фоне развития ядерной энергетики. В Океане более 10 миллиардов тонн запасов урановых руд, а дейтерий вообще практически неисчерпаем. Помимо выделения химических элементов морская вода может быть использована для получения необходимой человечеству пресной воды. На данный момент имеется в наличии много промышленных методов опреснения:

- 1) применение химических реакций, удаляющих из воды лишние примеси;
- 2) пропускание соленой воды через специальные фильтры или фильтрующие элементы;
- 3) кипячение.

Так же существуют донные источники пресной воды, которые обнаруживаются на континентальном шельфе, то есть вблизи материковой отмели.

Представлены минеральные ресурсы океана не только чистой морской водой, но и тем, что находится на его дне, а именно **богатством полезных ископаемых.** Вблизи материков находятся прибрежные россыпные месторождения платины, золота и драгоценных камней (алмазов, рубинов, сапфиров и др.). Например, вблизи африканской Намибии осуществляются подводные разработки алмазов уже с 60 гг. XX в. На шельфе и континентальном склоне Океана расположены огромные месторождения фосфоритов (использующиеся в качестве удобрений). Самым интересным видом минерального сырья в Мировом океане являются железомарганцевые конкреции, которые представляют собой своеобразную смесь из металлов - это железо, марганец, медь, кобальт, никель, титан, ванадий. Места их расположения известны, но результаты разработки пока ещё довольно-таки скромны. А вот разведка и добыча океанской нефти и газа на прибрежном шельфе идёт полным ходом, доля морской добычи приближается к 33-35 % мировой добычи этих полезных ископаемых. В огромных размерах идёт разработка месторождений в Персидском, Венесуэльском, Мексиканском заливе, и в Северном море. Знаменит Мексиканский залив тем, что во время разведки нефти были открыты месторождения серы. Всё большее значение принимает добыча материалов на мелководье. Например, вокруг Японских островов отсасывают по трубам подводные железосодержащие пески, страна добывает из морских шахт примерно 18-20 % угля - над залежами породы сооружают искусственный остров и бурят ствол, вскрывающий угольные пласты.

Неистоцимыми энергетическими ресурсами являются многие природные процессы, происходящие в Мировом океане (это движение и температурный режим вод). Например, суммарная мощность приливной энергии Океана оценивается от 1 до 6 миллиардов кВт/час. Это свойство приливов и отливов использовалось во Франции еще в Средневековье. В

наши дни существуют современные электростанции, использующие следующий принцип работы: вращение турбин при приливе происходит в одну сторону, а при отливе - в другую.

Ну а **главным богатством Мирового океана считаются его биологические ресурсы** (рыба, зоопланктон и фитопланктон и др.). Биомасса Океана насчитывает более 150 тысяч видов животных и 11 тысяч водорослей, а её общий объём оценивается в 35 миллиардов тонн. Вылавливая ежегодно около 90 миллионов тонн рыбы, на неё приходится примерно 85 % от используемой морской продукции, моллюсков, водорослей, человечество обеспечивает около 22% своих потребностей в белках животного происхождения. Живой мир Океана - это огромные пищевые ресурсы, которые могут быть неистощимыми при правильном и бережном их использовании. Максимальный вылов рыбы не должен превышать 160-180 миллионов тонн в год. Многие сорта рыб, китов и ластоногих вследствие охоты почти исчезли из Океана. Но численность населения Земли растёт бурными темпами, всё больше нуждаясь в морской продукции.

Существует несколько путей поднятия продуктивности океана.

Первый путь, предполагает изымать из океана не только рыбу, но и зоопланктон (антарктический криль), который уже пошел в пищу. Можно без всякого ущерба для Мирового океана вылавливать его в более больших количествах, чем вся добываемая в настоящее время рыба.

Второй путь - использование биологических ресурсов открытого Океана. Биологическая продуктивность Мирового океана особенно велика в области подъёма глубинных вод.

И третий путь - это культурное разведение живых организмов (в основном в прибрежных зонах). Все эти три способа успешно опробованы во многих странах Земли, но, только локально, поэтому продолжается губительный по своим объёмам вылов рыбы. В начале XXI века наиболее продуктивными акваториями считаются Берингово, Норвежское, Охотское и Японское моря.

Роль гигантской «мусорной свалки» отвела Мировому океану современная технологическая революция. Общий вес загрязняющих отходов - нефти, промышленных и канализационных стоков, мусора, радиоактивных отходов, тяжелых металлов, сбрасываемых в Мировой океан, составляет млрд. тонн в год. Наиболее загрязнена приматериковая часть, особенно в районах скопления различных портов, что является вторым после отлова фактором сокращения биологических богатств океана, т.к. материковая отмель - это место обитания около 98 % жителей океана.

Главная беда для Мирового океана - нефть и нефтепродукты. Они попадают в океан при перевозке, при добыче, при промывке порожних емкостей нефтеналивного флота и машинных отделений судов. Каждая капля нефти покрывает непроницаемой пленкой 20 квадратных метров поверхности. Это резко сокращает газо- и водообмен между океаном и атмосферой, губит микроорганизмы, рыбу, а также морских птиц. В пленке

накапливаются ионы тяжелых металлов, пестициды и др. вредоносные вещества. Наибольшее количество аварий происходило в Мексиканском заливе, вблизи Северо-Восточного побережья Америки, в Средиземном Море, и в Персидском заливе.

Национальный Исследовательский Совет США подсчитал, что ежегодно в воду попадает примерно 1,5 миллиона кубических метров нефти и нефтепродуктов, около половины утечек имеют естественные причины. Примерно 5% нефти попадает в моря, океаны и озера в результате процесса добычи и производства. Транспортные аварии обеспечивают 20 % подобных разливов. Остальная нефть попадает в воду в результате сотен и тысяч мелких аварий и утечек. Аварии и утечки на подводных нефтепроводах происходят регулярно и повсеместно. Например, ужасная авария в Мексиканском заливе на нефтяной платформе Deepwater Horizon в апреле 2010 года. Гибель Deepwater Horizon повлекла за собой крупнейшую экологическую катастрофу, результатом которой стал выброс в океан 5 миллионов баррелей нефти, а нефтяное пятно достигло площади 75 тысяч квадратных километров.

Еще одной проблемой являются пестициды. Пестициды составляют группу искусственно созданных веществ, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений. В открытые водоемы они могут попадать со сточными водами предприятий, которые их выпускают, при авиационной и наземной обработках сельскохозяйственных угодий и лесов, с дождевыми и талыми водами, а также при непосредственной обработке открытых водоемов для уничтожения водорослей, моллюсков, переносчиков заболеваний человека и животных, сорных растений. Влияние пестицидов на обитателей водных систем может проявляться как в прямом токсическом действии (острая или хроническая токсичность), так и косвенно (снижение содержания растворимого в воде кислорода, изменение химического состава воды, уничтожение водных насекомых и т.д.). Будучи поглощенными организмом-фильтратором (например, одним из видов планктонных организмов), стойкие препараты могут откладываться в тканях и затем попадать в организм рыбы. В последующих звеньях пищевой цепи действие веществ, обладающих кумулятивным свойством, усиливается в несколько раз.

Особой проблемой является распространение пластикового мусора на поверхности Мирового океана. Между Гавайями и Калифорнией уже сформировался своеобразный поток мусора. Только с японского побережья ежегодно в море смывается более 150 тысяч тонн мусора - а это огромная куча.

Сегодня **бытовая канализация** в большинстве случаев не соответствует современным санитарным требованиям, тогда как ее замена и устройство мощных очистных сооружений стоят чрезвычайно дорого. Когда городская канализация перестает справляться с потоком отходов и рядом с крупными городами образуется зараженная вода, а канализационные трубы стараются отвести как можно дальше в море.

Ученые и исследователи отмечают высокие темпы таяния арктических льдов, повышение уровня моря, и огромное скопление метана на дне океанов. Но большую тревогу экологов вызывает то, как происходящие в природе изменения отразятся на обитателях Мирового океана. Так, крошечные частицы пластика, скопившиеся на дне, представляют угрозу для рыб, кормящихся ими. Кроме того, они создают риск появления токсичных водорослей.

Истощение морских биологических ресурсов так же является одной из важнейших проблем. Среди обитателей моря под угрозой исчезновения ученые называют акул и морских лисиц (или скат), которые подвержены чрезмерной ловле. Причем, с обитателями пресных рек дело обстоит не лучше - около 55% из 252 пресных рыб Средиземноморья на грани исчезновения. На 2006 год, Красный Список ИУКН описывает более тысячи разновидностей рыб, находящихся под угрозой исчезновения. Истощение рыбных запасов, в конечном счете, вызывает крах численности, так как количество нового поколения рыб не покрывает количество выловленных. За последние годы в северной части Атлантики промысловые запасы трески, хека, морского окуня и камбалы сократились на 95%, в связи с чем раздаются призывы к принятию срочных мер. Похоже, что общемировые уловы рыбы достигли своего пика. Прогнозы указывают, что к 2030 году среднее статистическое потребление рыбы упадет до 11-12 кг/человека.

Истощение морских рыбных запасов негативно влияет не только на обеспечение продовольственной безопасности и экономическое развитие целого ряда стран, но и отрицательно сказывается на биологически сложной подводной экосистеме.

Главная стратегия, которой должны придерживаться все страны, заключается в заметном сокращении или временной приостановке рыболовства, а опустошенных зонах, принятию срочных мер по восстановлению морской экосистемы и улучшению естественных условий обитания.

В конце хотелось бы подытожить что последствия, к которым ведёт небрежное отношение человека к Океану, ужасающи. Уничтожение планктона, рыб и других обитателей океанских вод - далеко не всё. Ущерб может быть большим. Ведь у Мирового океана имеются общепланетные функции: он является мощным регулятором оборота влаги и теплового режима Земли, а также циркуляции её атмосферы.

Загрязнения способны вызвать весьма существенные изменения всех этих характеристик, жизненно важных для режима климата и погоды на всей планете. А симптомы таких изменений наблюдаются уже сегодня. Возникают сильнейшие засухи и наводнения с цунами, появляются разрушительные смерчи, жуткие морозы приходят даже в тропики. Конечно же, пока нельзя дать приблизительную оценку зависимости подобного ущерба от степени загрязненности Мирового океана, но взаимосвязь, несомненно, существует.

Охрана океана является одной из важнейших глобальных проблем человечества. Мертвый океан - это мертвая планета, а, следовательно, и

человечеству придет конец. Все должны понять, что, выливая в ручей ведро оставшейся после стирки воды с синтетическим моющим средством, мы не только загрязняем воду ручья, но и способствуем загрязнению всего Мирового океана. Мировой океан каждый должен ценить, уважать и любить; необходимо стремиться узнать о нем как можно больше, тогда наше отношение к этому чуду природы будет осознанным, и мы перестанем вольно, или невольно причинять ему ущерб. Мировой океан всего один, и принадлежит он всем и никому.

Заключение

Значение Мирового океана для человека и всего живого столь велико, что важно оценить его по достоинству.

У Мирового океана имеются общепланетарные функции: он является мощным регулятором влагооборота и теплового режима Земли, а также циркуляции её атмосферы. Издавна Мировой океан являлся одним из главных источников пищи и условием жизни на Земле. Он имеет не только богатую и разнообразную флору и фауну, но и большой запас полезных ископаемых. На сегодняшний день Мировой океан является богатейшим источником ресурсов на планете. Океан используется не только для добычи биологических, минеральных ресурсов, но и служит пространством для развития судоходства, а также является лечебно-оздоровительной средой. В последнее время растут возможности освоения территории Мирового океана для отдыха и туризма.

Низкая температура Мирового океана и его огромная тепловая инерция играют важнейшую палеогеографическую роль. Глубинные слои океана - это не только долгосрочный теплорегулятор системы Земля. Изменения теплообмена глубинных масс океана с поверхностными, а также и изменение распределения поверхностных течений могут привести к изменению природной обстановки.

Вода обладает огромной теплоёмкостью, что позволяет ей накапливать тепло в летнее время, спасая прилегающие территории от губительной для всего живого жары. В зимнее время океан отдает накопленное летом тепло, спасая всё живое от вымерзания. Кроме того, океан - источник влаги (атмосферных осадков).

В связи с растущим мировым населением требуется большее количество энергии, что и послужило толчком для использования Мирового океана в качестве источника электроэнергии.

Таким образом, океан отдает человечеству все свои богатства, поэтому в данное время стоит проблема его рационального использования.

Библиографический список

1. Арустамов Э. А. Природопользование / М.: Дашков и К, - 2004. - 312 с.
2. Иофин З.К. /ЭБС Книгафонд: Совершенствование теории формирования элементов водного баланса речных бассейнов: Логос - 2012. - 196 с.
3. Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю./ ЭБС Книгафонд: Модели и методы принятия решений в природопользовании: уч.пос. Юнити-Дана - 2010. - 383 с.
4. Рудский В.В., Стурман В.И. /ЭБС Книгафонд: Основы природопользования: уч. пособие Логос . - 2014. - 207 с.

Дополнительная литература

1. Губонина З.И., Алексахина Ю.В. Крайнова Т.Л. /ЭБС Книгафонд: Экономика и прогнозирование промышленного природопользования: уч.пос. М: МГОУ. - 2011 год . - 206 с.
2. Хачатурова Т.С., Паленова К.В. Эффективность природоохранных мероприятий /М: МГУ, 1990.- 224 с.
3. под. ред. В.Г. Ларионова/ЭБС Книгафонд: Экологический менеджмент: природопользование и экология промышленных городов БИБЛИО-ГЛОБУС - 2014 - 144 с.

Оглавление

Введение.....	3
Мировой океан и его части. Классификации морей.	4
Происхождение Мирового океана.....	6
Строение и рельеф дна Мирового океана.....	8
Донные отложения.....	13
Водный баланс Мирового океана.....	14
Солевой состав и соленость вод океана.....	15
Тепловой баланс Мирового океана.....	17
Плотность вод и их перемешивание.....	18
Морские льды.....	19
Волнение.....	21
Приливы.....	23
Морские течения.....	24
Взаимодействие океана и атмосферы.....	26
Океан и климат.....	30
Ресурсы Мирового океана и его экологическое состояние.....	30
Заключение.....	34
Библиографический список.....	35
Оглавление.....	36