**Перспективы развития цивилизации**

Человеческая деятельность накладывает всё больший отпечаток на процессы, происходящие в окружающей среде, а в частности - в Мировом океане. Поэтому в современном мире проблема прогнозирования динамики океанических систем стала особенно актуальна.

Мировой океан, процессы, происходящие в нём, играют важную роль в глобальном изменении окружающей среды. Один из таких процессов - движение и преобразование углерода в океанической среде.

Циркуляция углерода осуществляется за счёт как физических и химических, так и биологических процессов. Например, фитопланктон поглощает углерод, в результате переработки получается органическое вещество, одна часть которого опускается на дно, а другая - поступает вместе с пищей в другие организмы. Общая картина движения СО2 представляет из себя градиент распределения концентрации углерода в толще океана от донных зон к поверхностным слоям. Структура океанических экосистем вызывает большой интерес у исследователей, но из-за сложного строения и больших пространственных масштабов экосистем Мирового океана очень сложно проводить исследования их характеристик.

Существенным фактором влияния океанических экосистем на интенсивность биогеохимических круговоротов является вертикальная структура процессов, происходящих в океане. На эти процессы оказывают влияние огромное количество обстоятельств, таких как, например, льдообразование с последующим таянием, загрязнение атмосферы, изменение условий существования фитопланктона и пр.

При отсутствии влияния внешних факторов, обмен СО2 междугидросферой и атмосферойнаходится в равновесном состоянии. Нарушить это равновесие могут колебания температуры, изменение уровня Океана и т.д. Количество СО2, который переходит из гидросферы в атмосферу и обратно, составляет 55,6 миллиарда тонн в год. Эта величина неравномерно распределена по поверхности Океана, а так же изменяется со временем.

Особую роль в циркуляции углерода играют арктические воды. Их низкие температуры позволяют сохранять высокий уровень содержания растворённого СО2 в поверхностном слое во все сезоны года. Летом преобладает поглощение СО2, зимой наоборот - его выделение. В водах североатлантических морей подобное сезонное различие менее выражено

Как показывают исследования, Мировой океан имеет неоднородное строение, которое обуславливается распределением температуры, освещённости, солёности, концентрации биологических элементов, характеристик потоков воды и пр. Фитопланктон имеет менее разнообразное вертикальное распределение. Пятнистая структура и вертикальное распределение во многом зависит от сезонных циклов. Эта зависимость изучена в достаточной мере в большинстве климатических зон.

Океанические системы влияют на интенсивность биогеохимических круговоротов посредством взаимодействия океана и атмосферы. Знание свойств таких обменных процессов необходимо для правильной оценки парникового эффекта углекислого газа. Обменные процессы на границе «Океан - атмосфера» подробно представлены в научных работах Киселёвой (1990), Зайцева (1988) и др. С возрастанием скорости ветра, увеличивается и газообмен. Это происходит из-за образования пены на гребнях волн. Пена захватывает пузырьки воздуха, перенося его в верхние слои воды. Экспериментальные оценки показывают, что при возникновении обрушивающихся волн, количество СО2,которым обменивается атмосфера и Океан, может увеличиться более чем в 18 раз, а пена на поверхности воды увеличивает скорость газообмена до 28%. Зоны образования пены фиксируются с помощью спутникового мониторинга

Эффективно применяется метод математического моделирования структуры океанических экосистем, что позволяет прогнозировать динамику сообществ Мирового океана.

Многие исследования показывают, что существующие модели биологических и химических процессов, происходящих в Мировом океане, не соответствуют действительности. В основе таких моделей положен учет биологических и гравитационных процессов, благодаря которым осуществляется транзит углекислого газа из атмосферы в глубокие слои океана. Загвоздка состоит в том, что ранее не учитывалось то, что в разных климатических зонах эти процессы могут значительно различаться, что повлияет на результаты оценки парникового эффекта.

При составлении модели глобального круговорота СО2.необходимо учитывать пространственную неоднородность Мирового океана. В работе Bjorkstrom (1979) осуществилась одна из первых попыток учёта влияния температурного градиента на обмен углерода. В ней было предложено разделить океан на две зоны - тёплую и холодную. Эту идею развивали многие авторы, так, Перванюк в 2001 году предложил разделять поверхность Мирового океана на 211 акваторий. Такое разделение базируется на основе сетки с ячейками размером 4° по широте и 5° по долготе, если соседние ячейки имеют одинаковое направление вертикальных составляющих скоростей течения воды, то они объединяются в одну акваторию. При этом максимальный размер акватории по широте не должен превышать 8°. Выше 80° северной широты Мировой океан представлен одним цельным участком.

Так же в труде К.Я. Кондратьева рассматривается зональная модель Мирового океана, предложенная Нефёдовой (1994). Модель основана на широтной зависимости климатических процессов, а также процессов перемешивания атмосферы и океанов. Согласно такой модели выделяют 14 широтных зон размерами 10° каждая. В вертикальном направлении Мировой океан разделён на три слоя: верхний квазиоднородный слой, термоклин и глубокий океан. Таким образом, Мировой океан разделён на 42 части. Верхний квазиоднородный слой (перемешанный слой) - поверхностный слой, в котором скорость изменения плотности воды по вертикали не превышает 0.01 кг/куб. м. Вода в этом слое движется от экватора к полюсам (рис.). Термоклин - слой температурного скачка. В нём градиент температуры резко отличается от градиентов выше- и нижележащих слоев. Обычно, термоклин имеет мощность от нескольких до десятков метров. Глубоководный слоях вода движется по направлению к экватору (рис. 1).



Направление глобальной циркуляции Мирового океана

мировой углерод океан

По данным исследований различных акваторий Мирового океана произведена оценка потока углекислого газа между атмосферой и поверхность Океана, эта цифра колеблется в интервале от 16 до 1250 моль/м2 в год. Такой большой разброс значений доказывает необходимость разделения Мирового океана на отдельные зоны, слои, акватории.