

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ СУДОВЫХ И СПУТНИКОВЫХ
НАБЛЮДЕНИЙ**

Кострюков А. С., Коноплев Д. Ю.

**Научный руководитель кандидат физ.-мат. наук Картушинский А. В.
Сибирский Федеральный Университет,
Институт Космических и Информационных Технологий**

Мировой океан – важнейший объект для наблюдения и изучения.

Процессы, протекающие в Мировом океане, определяют климатические условия в соответствующих регионах планеты Земля.

В настоящее время находятся в свободном доступе в открытых электронных ресурсах данные гидрологических характеристик, полученные на основе спутниковых и судовых наблюдений.

Перспективным направлением считается поиск связей и калибровка спутниковых данных относительно данных судовых наблюдений.

Для задач дистанционного зондирования необходимо осуществлять калибровку спутниковых данных. Данные судовых и спутниковых наблюдений должны использоваться совместно для удаленной оценки значений гидрологических характеристик. Принимая во внимание современный тренд на использование дистанционных методов наблюдения за поверхностью Земли, данное направление является очень перспективным.

Для анализа данных судовых наблюдений используется программное обеспечение ODV (Ocean Data View). ODV представляет собой программный пакет для исследования, обработки и визуализации океанографических данных. Одним из преимуществ ODV является ее кроссплатформенность.

Информационная технология использования ODV предоставляет следующие возможности:

- отображение данных выбранной станции;
- отображение данных нескольких станций;
- цветное выделение маршрутов экспедиций;
- выделение полей параметров на общей карте;
- отображение изменения гидрологических характеристик во времени;
- анимация.

На выбранном участке карты можно выделять данные по:

- Рейсу;
- Номерам и типам станции;
- Интервалу времени;
- Интервалу широт и долгот;
- Качеству измерений;
- Интервалу глубин, температур и т.д.

В технологии обработки данных судовых наблюдений ODV предоставляет пользователю 5 режимов работы:

- Map – режим карты с возможностью выбора масштаба и проекции (Проекция Меркатора, Полярная проекция, Экваториальная проекция, Проекция Oblique, Проекция Mollweide);

- Station - позволяет построить графики распределения параметров с глубиной для выбранных на карте станций;

- Scatter – построение диаграммы рассеивания всей выборки;

- Section - построение поля распределения величин на выбранном разрезе;
- Surface – построение карт полей океанологических параметров.

Графические результаты работы ODV могут быть экспортированы в формате GIF, PNG, JPG. Разрешение графического файла задается пользователем и не ограничивается количеством пикселей на экране.

ODV используется более чем 19500 учеными в ведущих научно-исследовательских институтах по всему миру.

Мировой океан связан с процессами глобального переноса энергии и вещества, обмена с атмосферой кислородом и углекислым газом. Данные факторы делают задачу изучения Мирового океана очень актуальной. Зная, как ведут себя различные процессы в Мировом океане, например течения, можно прогнозировать дальнейшие варианты поведения климата на планете.

Температура воды, соленость, скорости течения, концентрация хлорофилла, изменение в пространстве и во времени этих параметров, принадлежит к числу наиболее важных, фундаментальных характеристик океана. Важность регулярных измерений из космоса этих параметров видна хотя бы из того, что эти параметры составляют основу прогностических моделей, применяемых в климатологии и экологии.

На климатические изменения на Земле во многом влияет интенсивность взаимодействия океан-атмосфера-суша. Обмен энергией в системе атмосфера-океан зависит от переноса теплых и холодных водных масс струйными океанскими течениями. При взаимодействии водных масс формируются фронтальные зоны с высокими градиентами температуры. Такие зоны хорошо определяются по температурным градиентам, которые рассчитываются по спутниковым данным (AVHRR MCSST) для периода с 1982 по 2010 год с различными периодами усреднения. Исходные спутниковые данные являются средненедельными и имеют пространственное разрешение 18 на 18 км.

Обработка данных спутниковых наблюдений, особенно по температуре поверхности Мирового океана позволяет выявлять зоны с высокими градиентами температурных полей и соответствующую пространственно-временную изменчивость.

За последние десятилетия приобрела особую актуальность проблема изменчивости крупномасштабных струйных течений в океане.

В настоящее время широко обсуждаются вопросы о глобальном потеплении, остановки теплого течения Гольфстрим. Учеными в последние десятилетия рассматривается так называемая теория конвейерной ленты (Conveyor Belt). Примерная ее схема приведена на рисунке 1. Основным движителем конвейера — термохалинный (т. е. «температурно-солёностный») механизм, функционирующий в Мировом океане.

Основное внимание в работе уделяется зонам с высокими градиентами гидрологических характеристик в районе функционирования течений:

- Гольфстрим - Лабрадорское (северо-западная часть Атлантического океана);
- Курошио - Ойясио (северо-западная часть Тихого океана);
- Агульяс - Антарктическое циркумполярное течение (Южная Атлантика).

Они представляют собой так называемые фронтальные зоны, которые могут служить определенными маркерами при изучении глобального тепло- и массо- переноса. Эти зоны анализируются исходя из проверки гипотезы о существовании конвейерной ленты глобального переноса водных масс, так как предполагает существенное влияние на общий климат планеты.

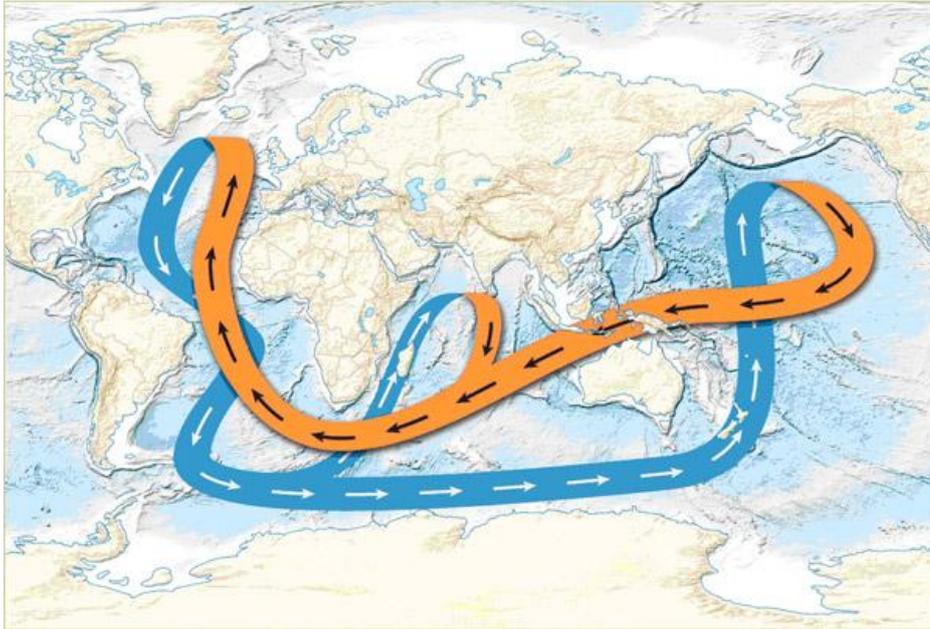


Рис. 1 – Схема конвейерной ленты (Conveyor Belt). Оранжевым показаны верхние (идущие ближе к поверхности) теплые ветви течений, синим — нижние (идущие глубоко) холодные ветви течений.

Остановка конвейера чревата сильным похолоданием в Европе. Такая возможность в принципе существует, причем инициирует её, как ни странно, потепление. Дело в том, что в случае потепления и вызванного им таяния ледников, прежде всего покрывающих Гренландию, талые воды поступают в океан, где могут вызвать сильное опреснение поверхностного слоя океана. А происходит это как раз там, где пришедшие с юга воды опускаются вниз. Если плотность воды понизится (а это происходит при опреснении), она просто перестаёт «тонуть» и приводит тем самым в движение весь конвейер.

С помощью ПО ODV(Ocean Data View) представляется возможным оценить гидрологические характеристики в точках мирового океана, лежащих “на маршруте” так называемой конвейерной ленты глобальной термохалинной циркуляции.

Таким образом, для обработки данных выделены соответствующие зоны, в которых рассматривается изменение температуры воды, солёности, концентрации кислорода, скорости течения. Пример обработки гидрологических данных представлен на рисунках 2, 3, 4, 5, 6.

Для демонстрации работы программы выбирается тестовый участок Мирового океана, который находится между двумя материками – Африкой и Южной Америкой.

На данном участке отобрано 2 станции, первая помечена красным цветом вторая – синим.

Координаты первой станции 17,94 градуса Западной долготы и 15,682 градуса Южной широты.

Координаты второй станции 25,282 градуса Западной долготы и 47,01 градуса Южной широты.

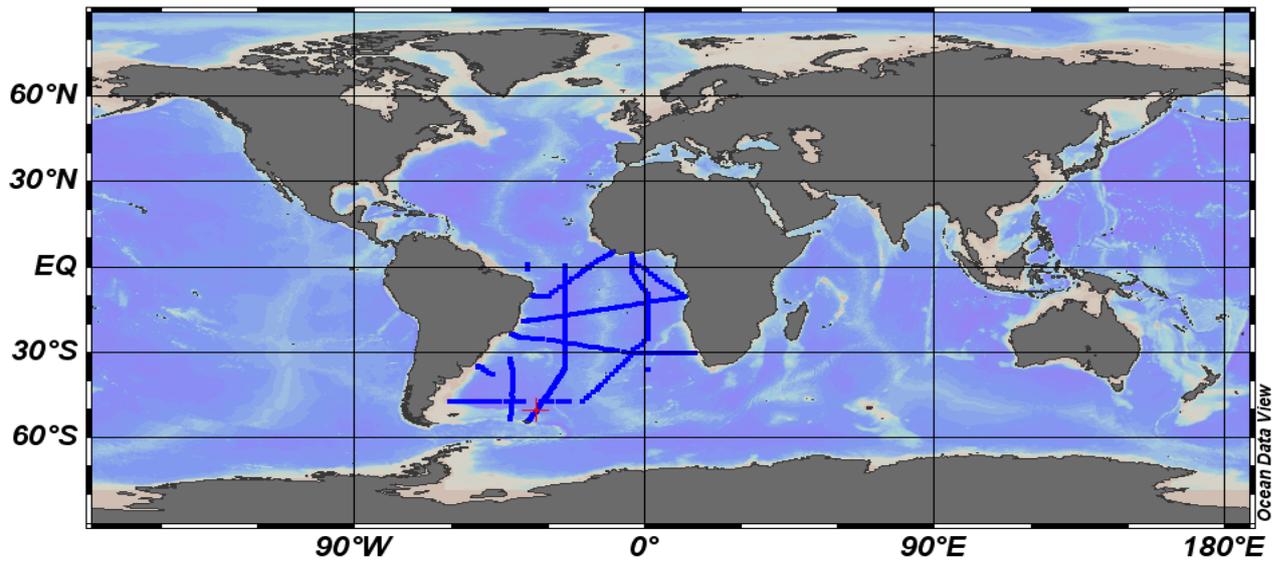


Рис. 2 – маршруты судов

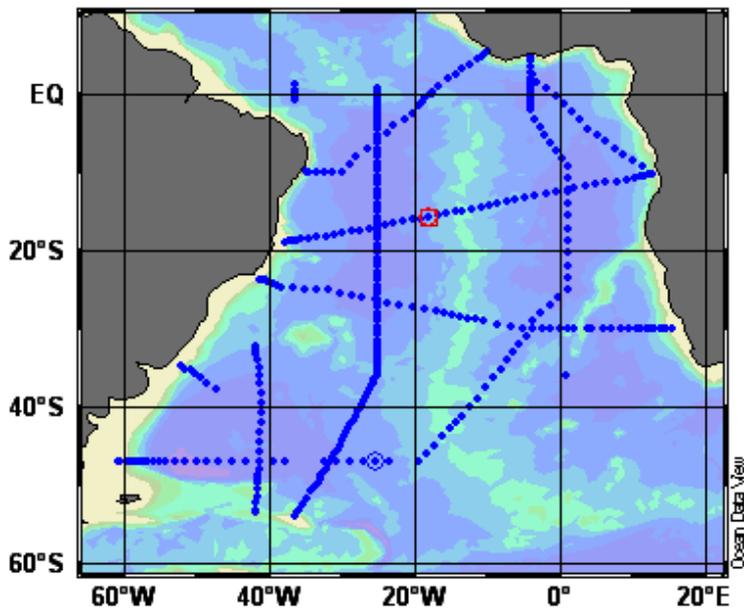


Рис. 3 – маршруты судов (увелич.)

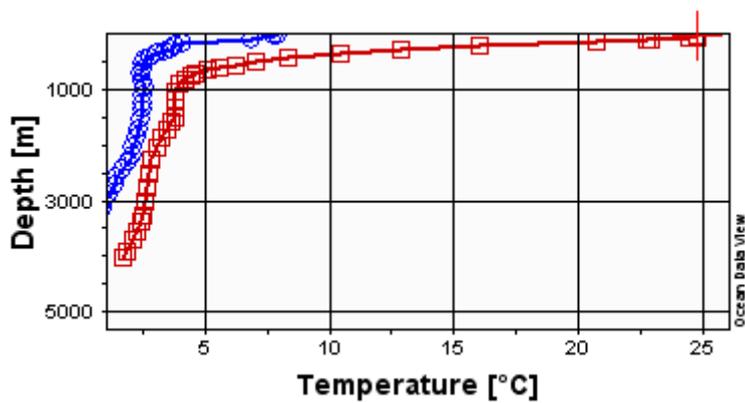


Рис. 4 - распределение температуры воды по глубине для 2 выбранных станций

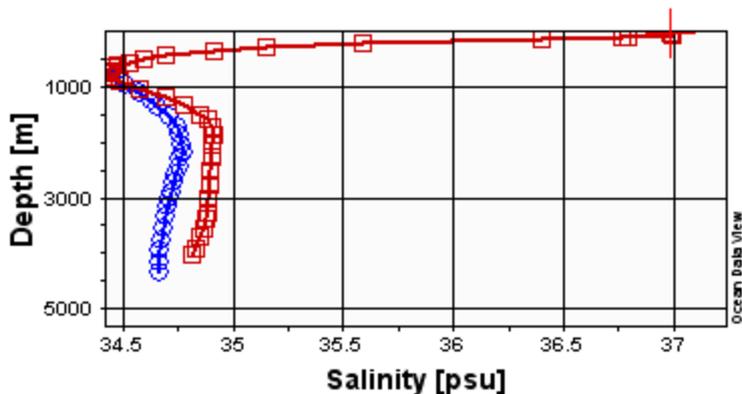


Рис. 5 - распределение солёности воды по глубине для 2 выбранных станций

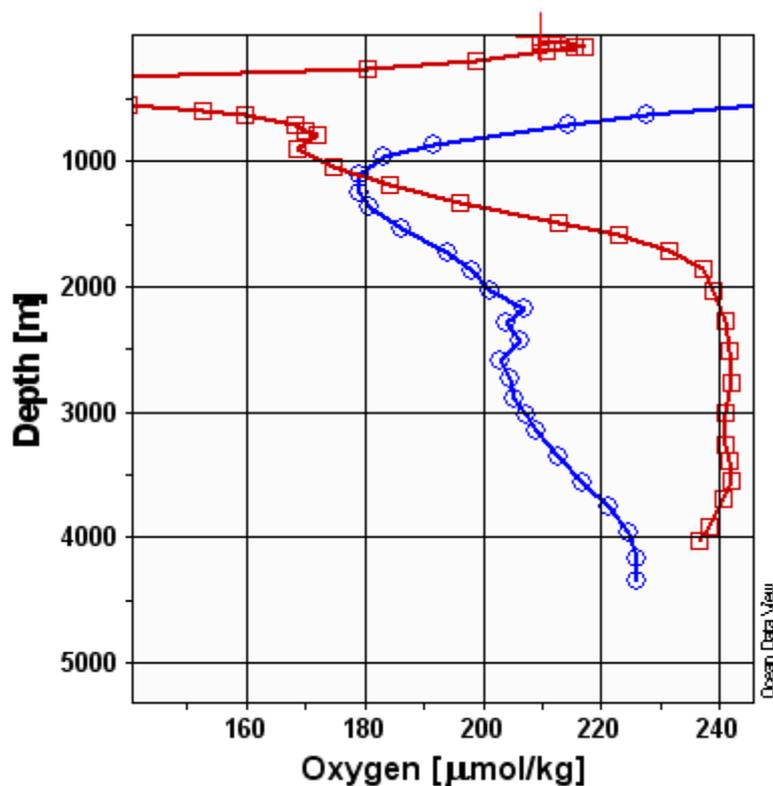


Рис. 6 - распределение кислорода по глубине для 2 выбранных станций

Визуализация данных сильно упрощает работу над анализом гидрологических характеристик. На рисунках 4, 5, 6 показано распределение температуры, солёности и кислорода по глубине для двух выбранных станций.

Отчетливо видно, что показатели температуры воды на первой станции выше, чем на второй. Это обусловлено тем, что первая станция находится намного ближе к экватору и вода там нагревается сильнее.

Высокая солёность в поверхностных водах наблюдается на приборах первой станции. Это обусловлено тем, что в данном месте испарение значительно преобладает над осадками.

Распределение кислорода в океане не является равномерным. Доказано существование в Мировом океане зон с пониженным содержанием кислорода. В некоторых регионах океана уменьшается содержание кислорода. На рисунке 6 видим,

что содержание кислорода на глубине до 1000 метров в более холодных водах больше. Это обусловлено тем, что более теплая вода обладает меньшей способностью растворять кислород.

В работе показана применимость информационных технологий для обработки гидрологических характеристик Мирового океана. Следующим этапом станет совмещение данных судовых и спутниковых наблюдений, которое позволит осуществить более полный анализ локальных и глобальных процессов в Мировом океане.

Список использованных источников

1. Гиляров А. Меняющиеся представления об устройстве океанического конвейера [Электронный ресурс] / А. Гиляров – Режим доступа: <http://elementy.ru/news/431381>
2. Kartushinsky A.V., Time-Space Structure and Variability of Surface Temperature frontal Zones in the Ocean (Based on AVHRR Satellite Data), Advances in Space Research (includes Cospar Information Bulletin), 25 (5), 2000. - pp. 1107-1110.
3. Картушинский А.В. Информационные системы. Динамические процессы в воздухе и воде: Учебное пособие / А.В. Картушинский. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. 103 с.
4. Kartushinsky A.V. The investigation on the dynamics of frontal zones in the ocean based on the numerical modelling, using the AVHRR satellite data / Advances in Space Research, 33 (7), 2004, pp. 1173-1178.
5. Kartushinsky, A.V. Dynamic Features of Frontal Zones Structure in the Ocean for Using in the Numerical Models Based on Satellite Data / Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics 2011, 4(2), pp. 208–216.
6. Демидов А. Ocean Data View. Русское описание [Электронный ресурс] / А. Демидов – Режим доступа: <http://www.odv.oceanographers.ru/index.html>
7. Ocean Data View. Home Page: сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://odv.awi.de/>
8. Теряет ли океан кислород?: веб-страница [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oceanographers.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=1287&Itemid=135