

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ**

**Сидоренко А. Ю.,  
научный руководитель к.ф.-м.н., доцент Картушинский А. В.  
Сибирский Федеральный Университет**

Исследования океана из космоса важны как для поддержки фундаментальных научных исследований физических процессов и явлений в водной среде и в атмосфере над океаном, так и для разработки прикладных систем, например, системы оперативного мониторинга загрязнения океана. При разработке научных и прикладных методик использования спутниковой информации специалистам необходимо иметь объективные сведения о различных характеристиках среды, оказывающих влияние на регистрируемую спутниками информацию. В первую очередь представляют интерес океанографические данные, согласованные со спутниковыми в пространстве и во времени. Некоторые океанографические характеристики медленно меняются со временем, либо вообще стабильны. Они, однако, могут оказывать существенное влияние на особенности проявления на спутниковых изображениях быстротекающих океанических явлений, таких как ветровое волнение, внутренние волны и др.

Таким образом, актуальной проблемой является разработка программного обеспечения, способного обрабатывать большие объемы спутниковых данных и проводить оценку изменчивости поверхностного слоя Мирового океана. Исходными данными являются временные ряды среднесезонных спутниковых данных по температуре поверхностного слоя Мирового океана (SST) и концентрации хлорофилла (CHL), солёности (SSS), взятые с различных банков данных.

Исходные данные по солёности, используемые для исследования были загружены с сайта <http://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/> и представляют собой HDF файлы 3 уровня с метками *mapped* – файлы специально предназначенные для картирования. В работе мы использовали среднесезонные спутниковые данные MODIST, имеющим пространственное разрешение 9x9 км для периода 2000-2012. Сезоны в используемых данных смещены относительно общепринятых и выглядят следующим образом: зима – 21.12-20.03; весна – 21.03-20.06; лето – 21.06-20.09; осень 21.09-20.12. На основе этих данных мы рассчитываем средние градиентные поля в океане для различных периодов времени. Для исследования применялся комплекс программ совместной разработки с А.А.Анкудиновым. В частности применялась программа конвертации файлов из формата HDF в собственный формат SSV и программа, используемая непосредственно для расчёта и создания градиентных карт по температуре и извлечения значений градиента для заданных точек.

В работе мы исследовали среднесезонную изменчивость SST градиентов и анализируем структуру температурных фронтальных зон (ТФЗ), которые имеют непосредственную связь с режимом опреснения (осолонения) арктического и антарктического бассейнов в океане, а также западной экваториальной Пацифики. Для

северной Атлантики и Пацифики, исследуемые зоны это Subpolar Front (SF) и North Polar Front (NPF). Для Южной Атлантики и Пацифики, это район Антарктического циркумполярного течения (ACC) и фронт образованный этим течением, который принято называть South Polar Front (SPF), также район Subantarctic Front (SAF). Исследуются изменение величины градиентов SST и положение ФЗ в пространстве.

Так как исходные данные хранятся в иерархическом формате HDF, первой задачей стояла организация доступа к данным. Изначально была идея сохранить формат и обращаться к данным непосредственно в HDF файлах. По причине того, что используемая программа имеет возможность работать не только с данными по температуре, но и с данными по солёности и содержанию хлорофилла, которые в свою очередь приходится загружать уже из других банков данных, возникли определённые трудности – данные с различных источников, имеют разную внутреннюю структуру и метаданные. С подобной проблемой сталкивается большинство тех, кто работает с форматом HDF и, как следствие, появилось множество сторонних программ для организации доступа к данным. Большинство программ просмотра позволяют отображать внутреннюю структуру файла, экспортировать данные в виде текста и растровых изображений. При этом такая информация как метаданные, в них, как правило, не предоставляется.

Выделяется на фоне других свободно распространяемая утилита HdfToBin. Ее главная особенность – работа в консольном режиме, что позволяет организовывать запуск утилиты без участия пользователя. При вызове утилите в качестве атрибута необходимо передать имя файла HDF, информацию из которого требуется экспортировать. На выходе предоставляется набор бинарных файлов, содержащих различные массивы данных, таких как битовые карты, таблицы со значениями и пр. Каждый найденный массив данных сохраняется в отдельный файл, именем которого записывается имя объекта внутренней структуры HDF.

Было решено разработать утилиту, которая будет работать в дуэте с утилитой, что позволит исключить недостатки программы. Основная задача утилиты вызывать конвертор HDFTOBIN на каждый файл из выборки, передавая ей в качестве атрибута имя файла с дальнейшей постобработкой \*.data файла и формировании выборки в формате SSV. После конвертирования файлов в формат SSV работа над ними проходит уже при помощи программы обработки и расчёта. Где выбираем период, за который необходимо произвести расчет градиентов. В программе так же имеется опциональная возможность усреднения данных по времени, территории.

В работе исследованы изменчивости основных фронтальных зон. В течение определенного периода времени происходит изменение структуры температурных фронтальных зон, которые непосредственно связаны с режимом солёности, и на следующем этапе планируется включить в исследование данные по солёности. Анализ динамической активности в пределах фронтальных зон необходим для разработки более точных климатических моделей и оценки действия различных факторов.

По нашим данным, в течение отдельных сезонов происходит перестройка структуры ТФЗ, которые образованы струйными течениями, имеющими существенную разницу температур, а также различную солёность. Это связано не только с процессами в толще океана, но и с атмосферным взаимодействием.