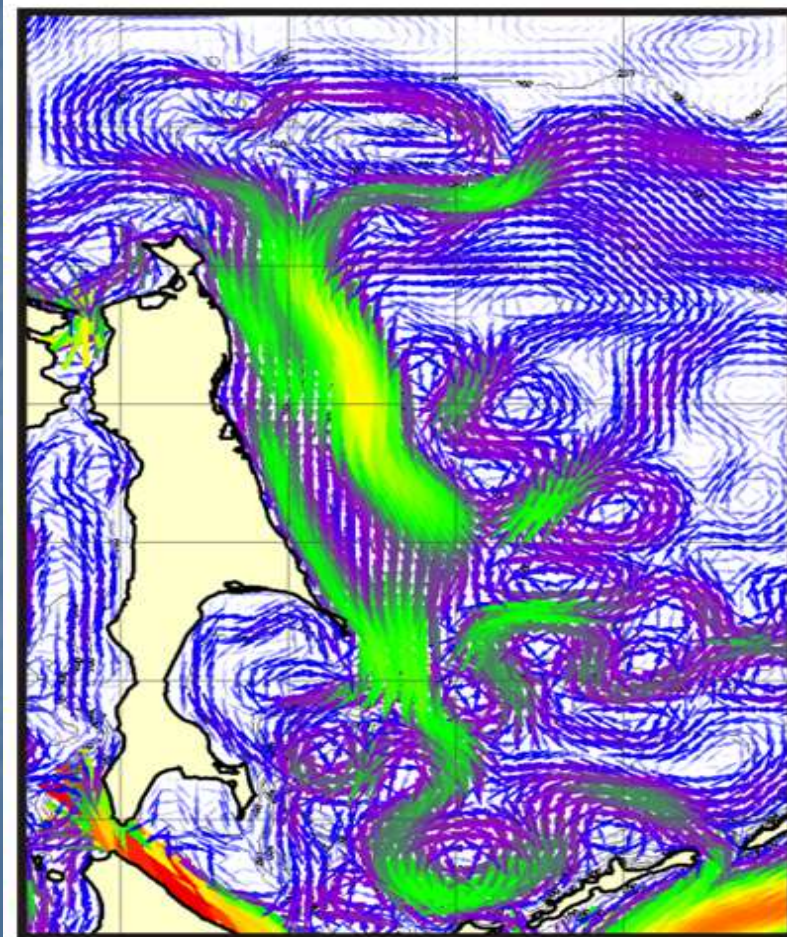
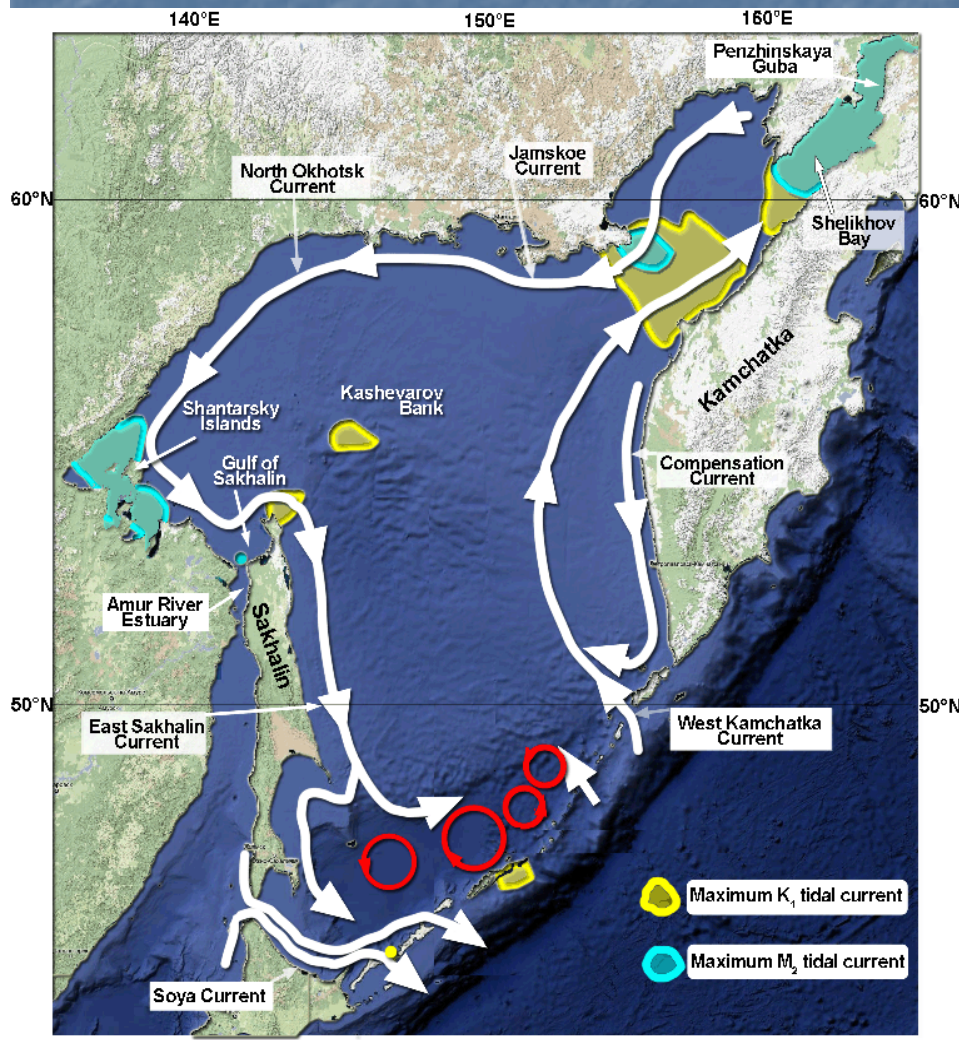


Течения Охотского моря по спутниковым данным и результатам численного моделирования

Дубина В.А.¹, Файман П.А.², Жабин И.А.¹, Пономарёв В.И.¹, Кузлякина Ю.А.¹

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток

²Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт



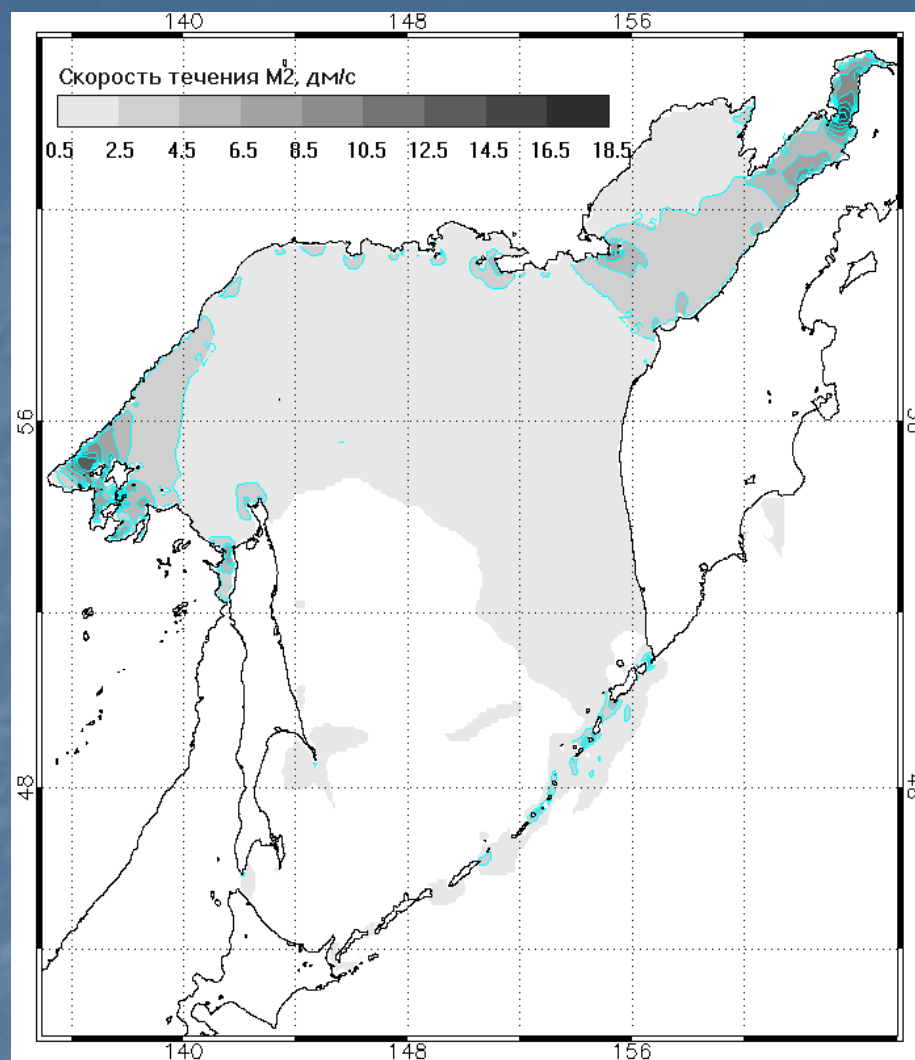
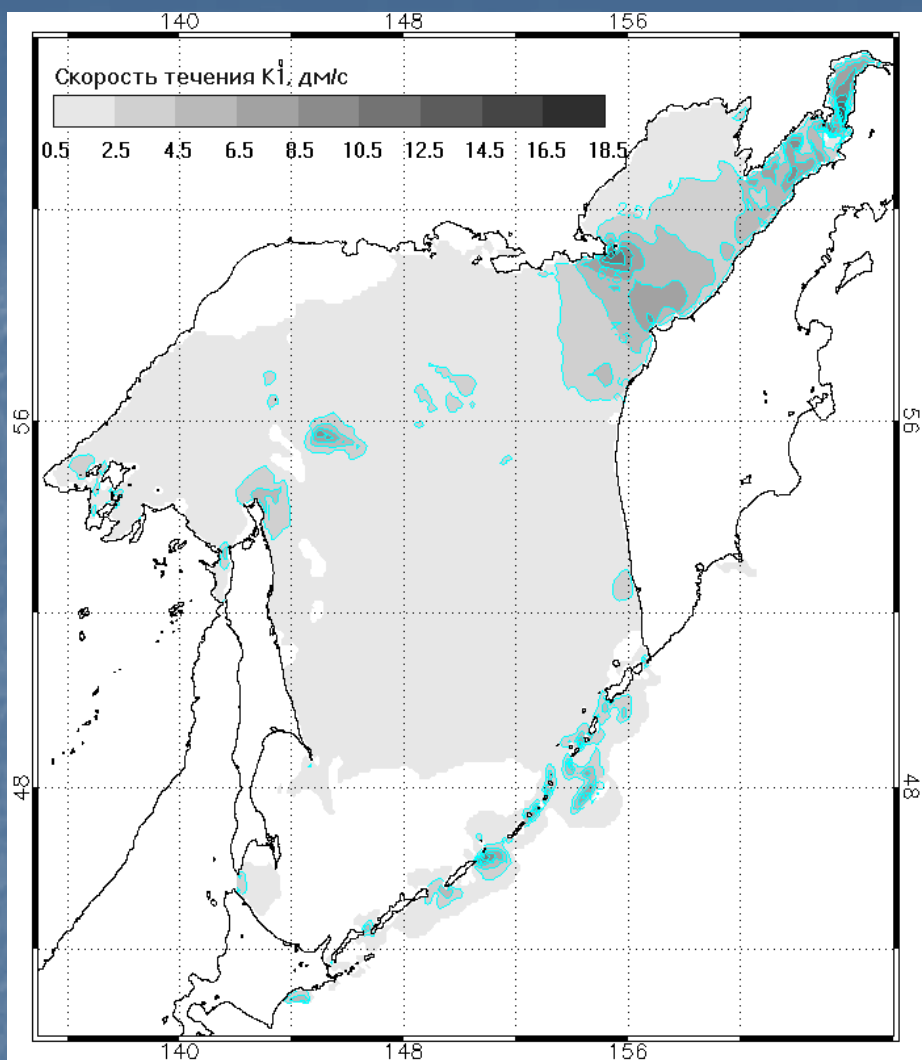
Okhotsk Sea 1/18 Model results, average from April to October

Цель работы

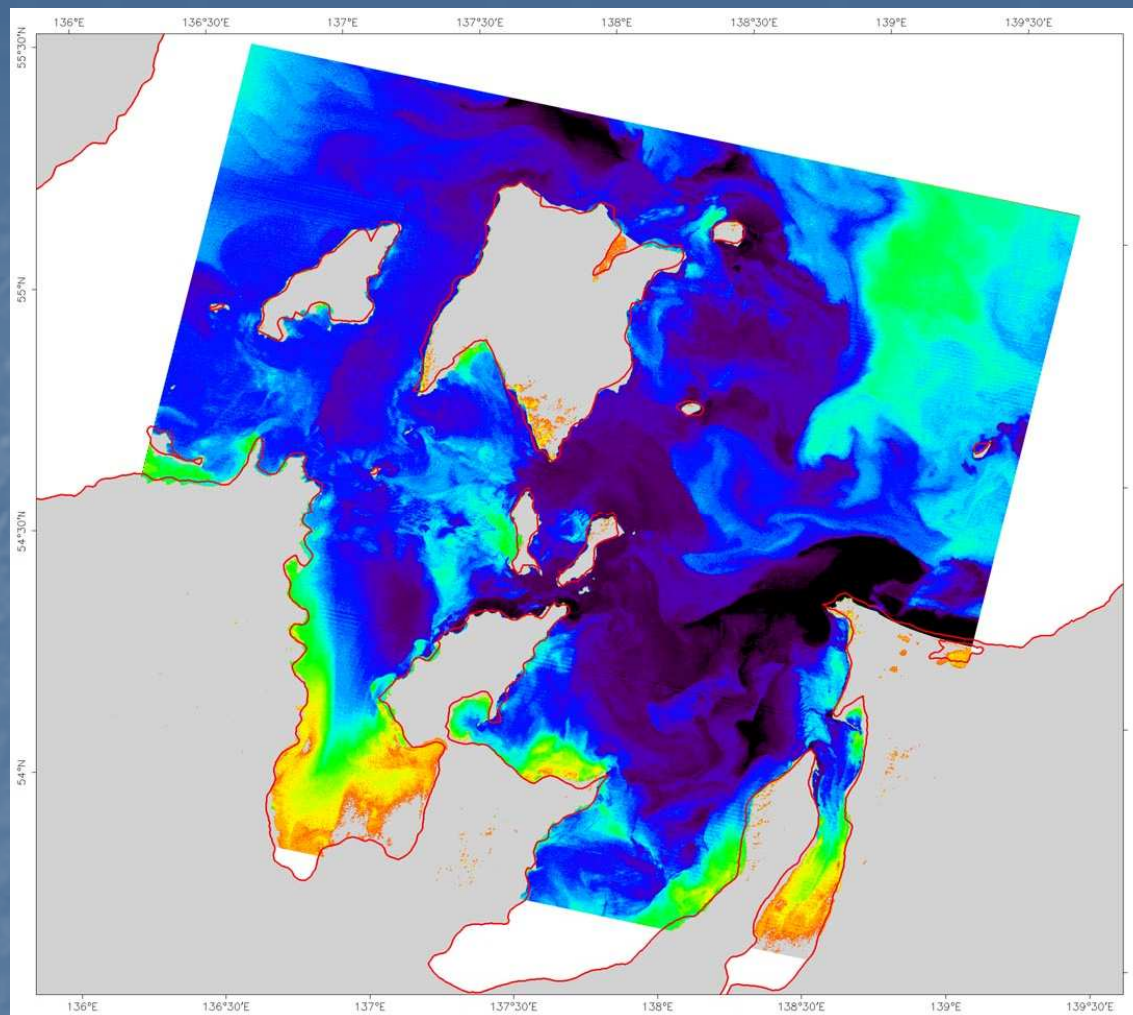
- выявить закономерности проявления непериодических и приливных течений Охотского моря на основе анализа спутниковой информации в радиолокационном (РСА), видимом и ИК-диапазонах и результатов численного моделирования: циркуляции с помощью модели RIAM с гориз. разрешением $1/18^0$, приливных течений в работе (Kowalik, Polyakov, 1998).

RIAM – численная модель Института прикладной механики Университета Кюсю

Для верификации результатов численных экспериментов с моделями по последовательности спутниковых изображений методами маркеров рассчитывались вектора течений в разных районах моря в различные сезоны.



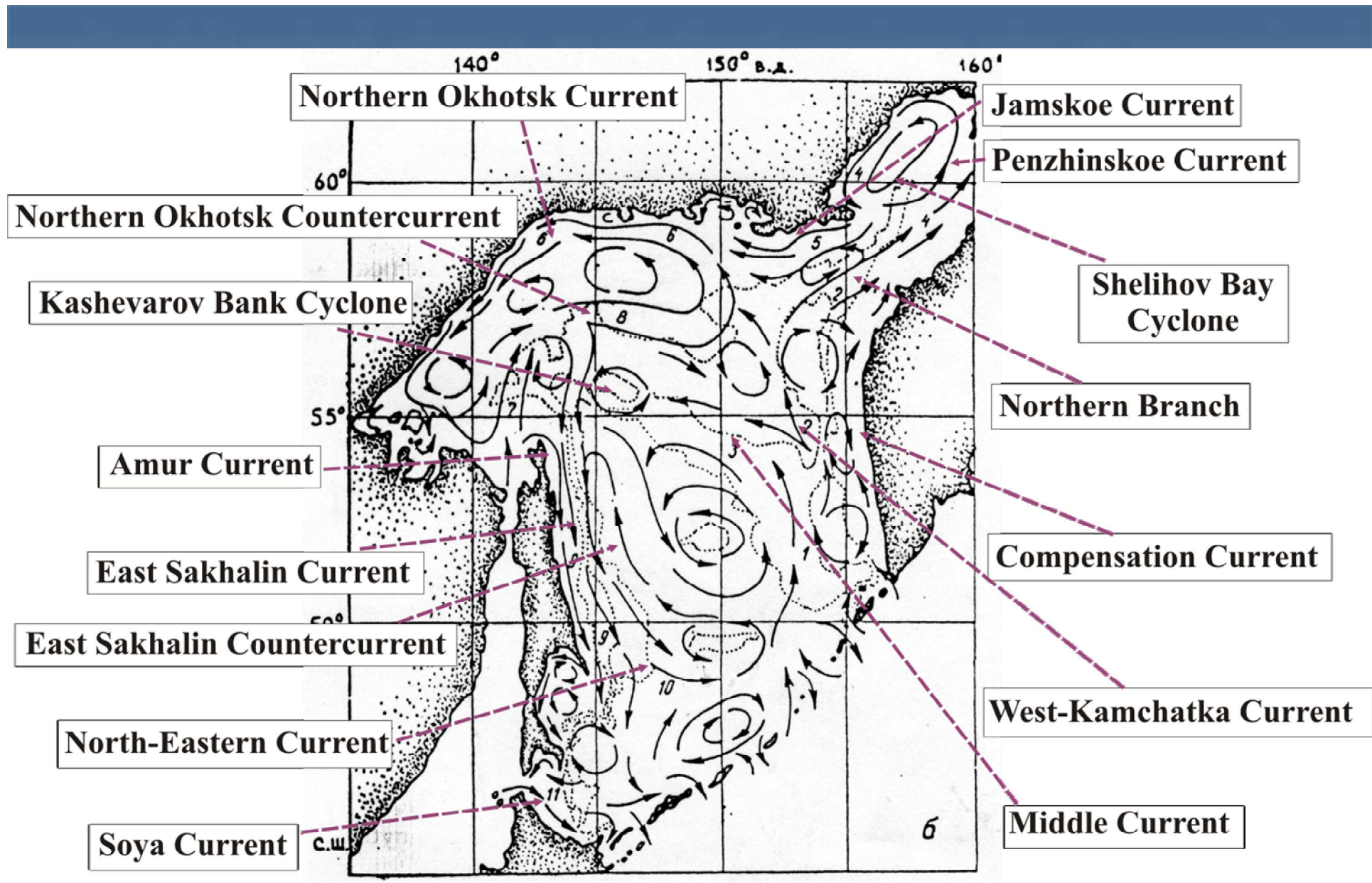
Скорости приливных течений гармоник K1 (слева) и M2 (справа) по численной модели Ковалика и Полякова (Kowalik Z., Polyakov I. 1998)



ИК-изображение со спутника Landsat-5 18 августа 2010 г.
На фронтальных разделах, ограничивающих области приливного перемешивания, при определённых условиях генерируются меандры и субмезомасштабные вихри, которые играют ключевую роль в переносе биогенных элементов из зоны интенсивного приливного перемешивания в стратифицированную часть шельфовой зоны.

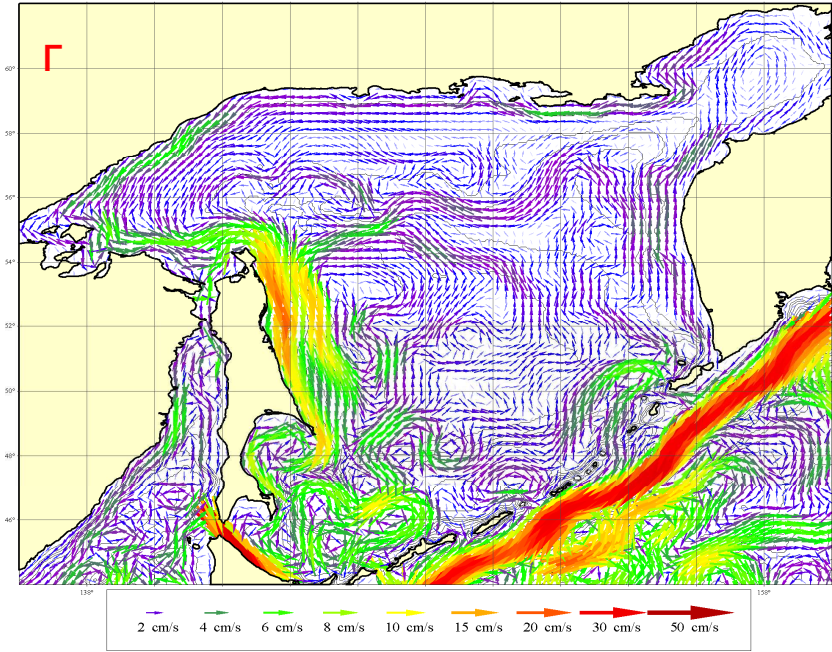
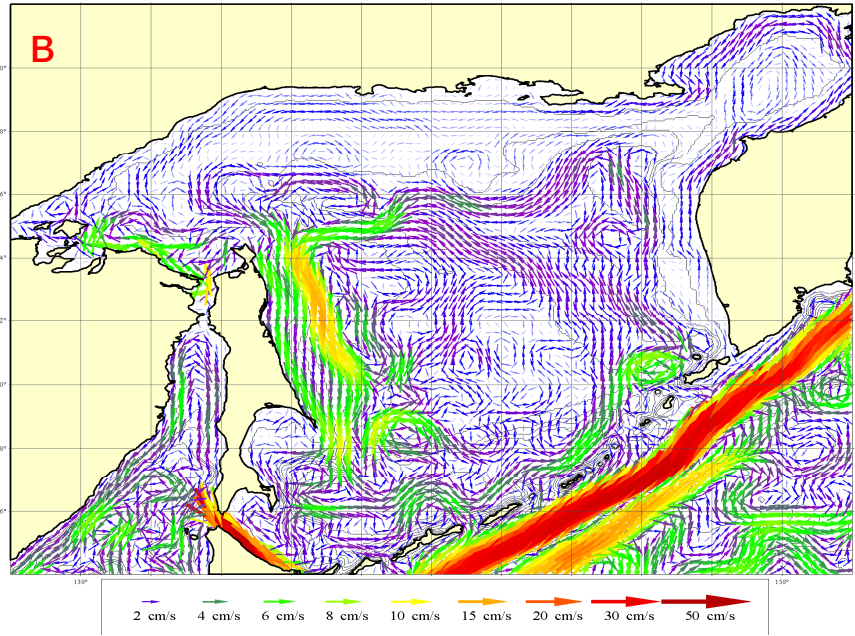
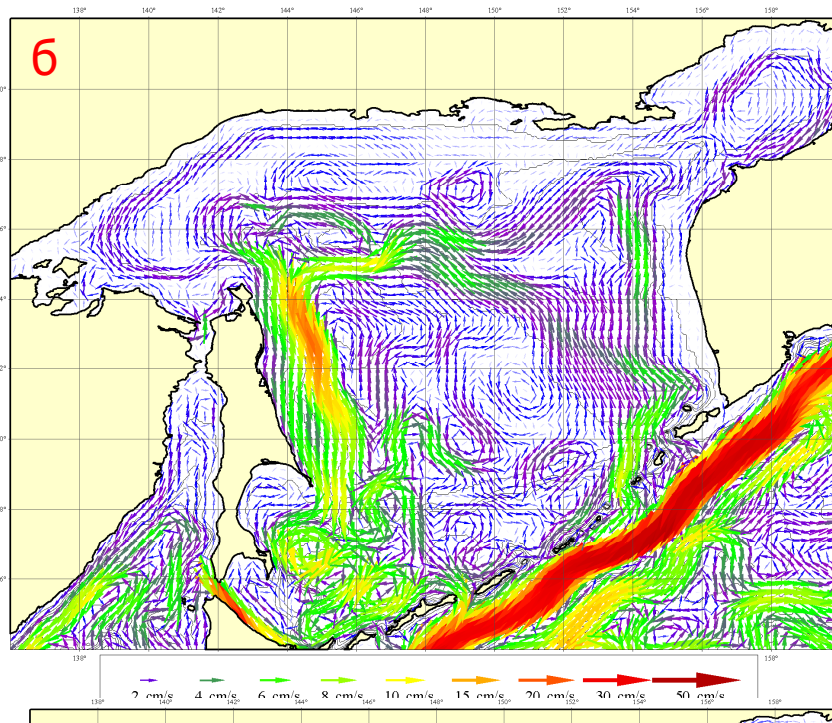
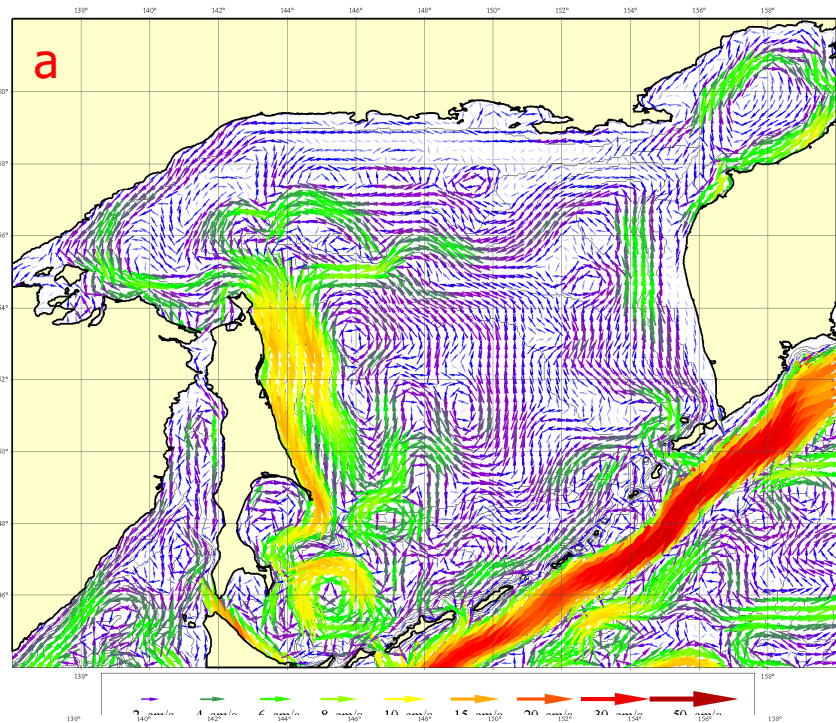
Скорость непериодических течений в в некоторых районах Охотского моря во много раз ниже скорости приливных течений (район ы Шантарских о-вов , о. Ионы, банки Кашеварова, зал. Шелихова), что приводит к сильному приливному перемешиванию.

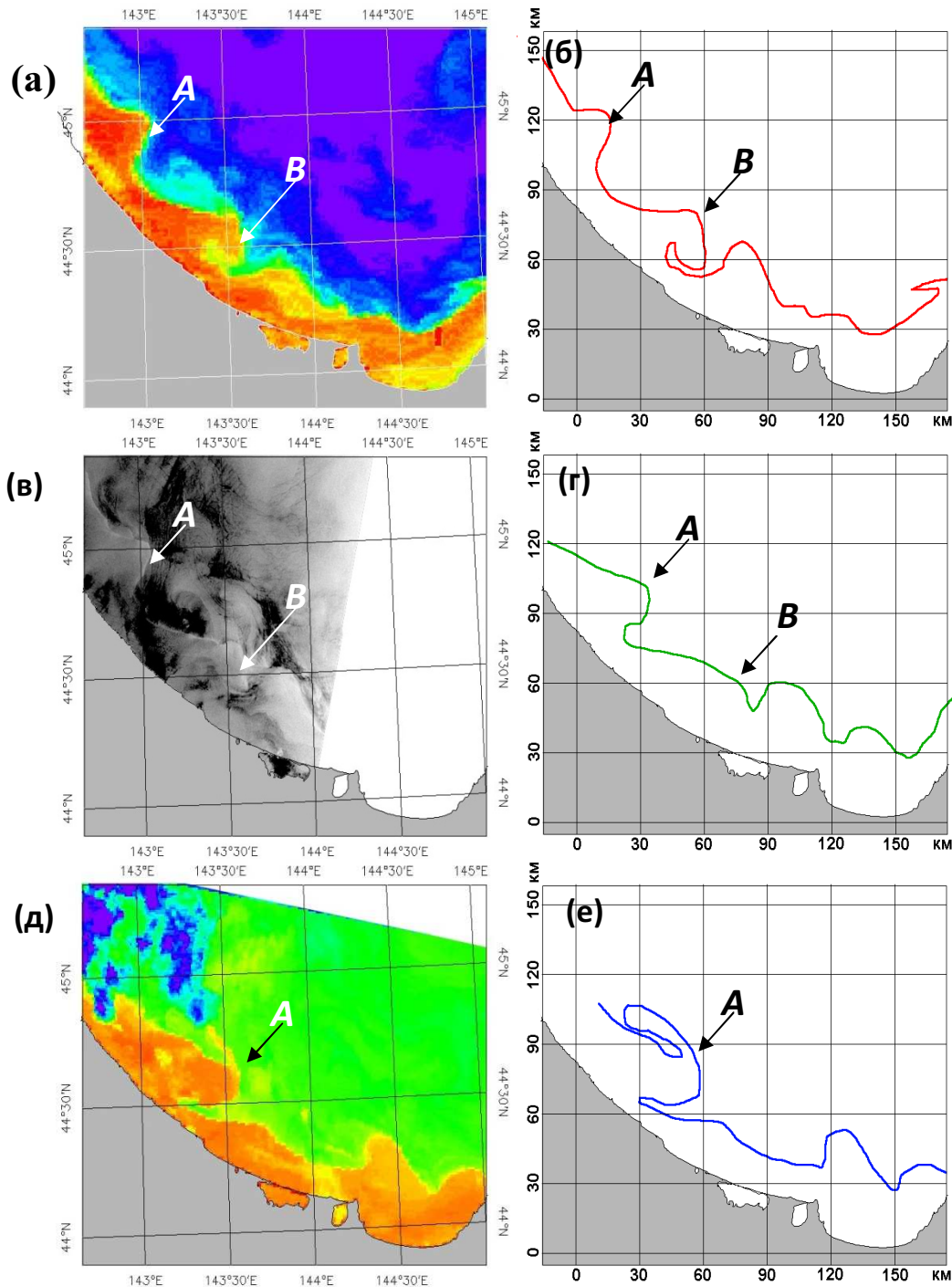
В начале июля, когда на соседних участках шельфа формируется термоклин, в этих районах образуются области с пониженной ТПО. В период осеннего охлаждения «холодная» зона приливного перемешивания превращается в «теплую».



Summer circulation of the active layer of the Sea of Okhotsk (Chernjavskij V.I., 1993)

Средняя за зиму (а), весну (б), лето (в), осень (г) скорость течения не поверхности моря





Образование антициклонической завихренности на фронте течения Соя в сентябре 2004 г.

(а) ИК изображение спектрометра MODIS со спутника Terra, принятое 15 сентября в 00:45 Гр.

(в) Изображение Envisat ASAR, принятое 15 сентября в 12:05 Гр.

(д) ИК- изображение спектрометра MODIS со спутника Terra, принятое 16 сентября в 01:30 Гр.

б,г,е) интерпретационные схемы положения фронта течения на рисунках (а, в, д).

Буквой А отмечена завихренность, три стадии трансформации которой зафиксированы на спутниковых изображениях. Буквой В обозначена завихренность,, антициклоническое вращение в которой зафиксировано на первом ИК снимке.

На ИК- и РСА-изображениях регистрируются граница течения, пояс холодных вод, примыкающий к границе, как и в модельных экспериментах.

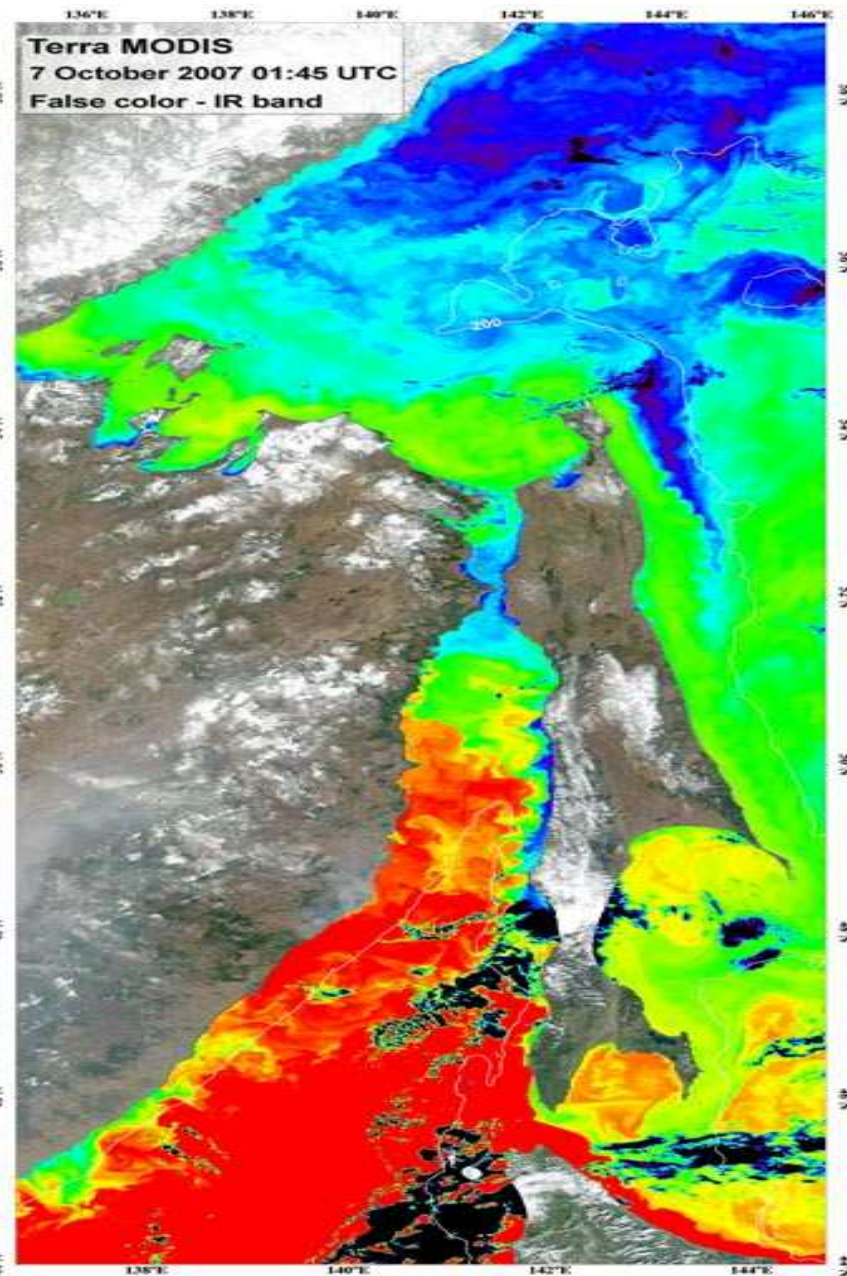
На спутниковых изображениях видны вихри и шельфовые волны, возникающие на фронте течения *Соя*, что не моделируется при заданном разрешении.

Результаты моделирования и анализа спутниковых данных показывают наличие и характерную эволюцию тёплого течения *Соя* в течение года.

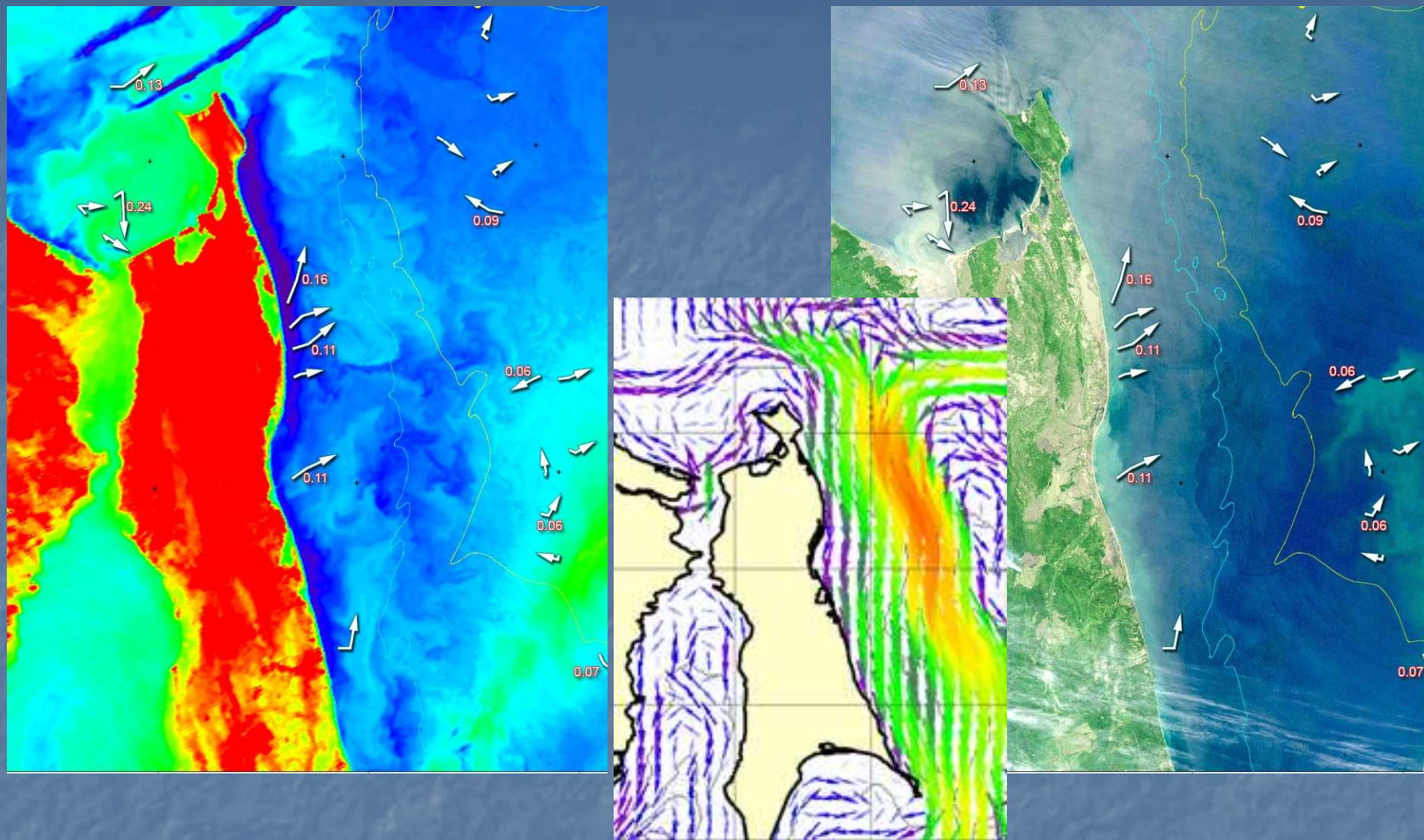
В течение всего года в районе этого течения наблюдаются высокие градиенты ТПМ и скорости течения.

Прибрежная ветвь Восточно-Сахалинского течения интенсифицируется на шельфе острова Сахалин осенью при смене летнего муссона на зимний и усилении северного ветра.

В ноябре скорость течения на поверхности в этой ветви достигает наибольших значений (до 0.5 м/с) и она отчётливо прослеживается вдоль побережья Сахалина от мыса Елизаветы до мыса Терпения в поле цвета моря.



Изображения спектрометра MODIS в видимом (слева) и ИК-диапазонах (справа) 7 октября 2007 г., 01:45 Гр.

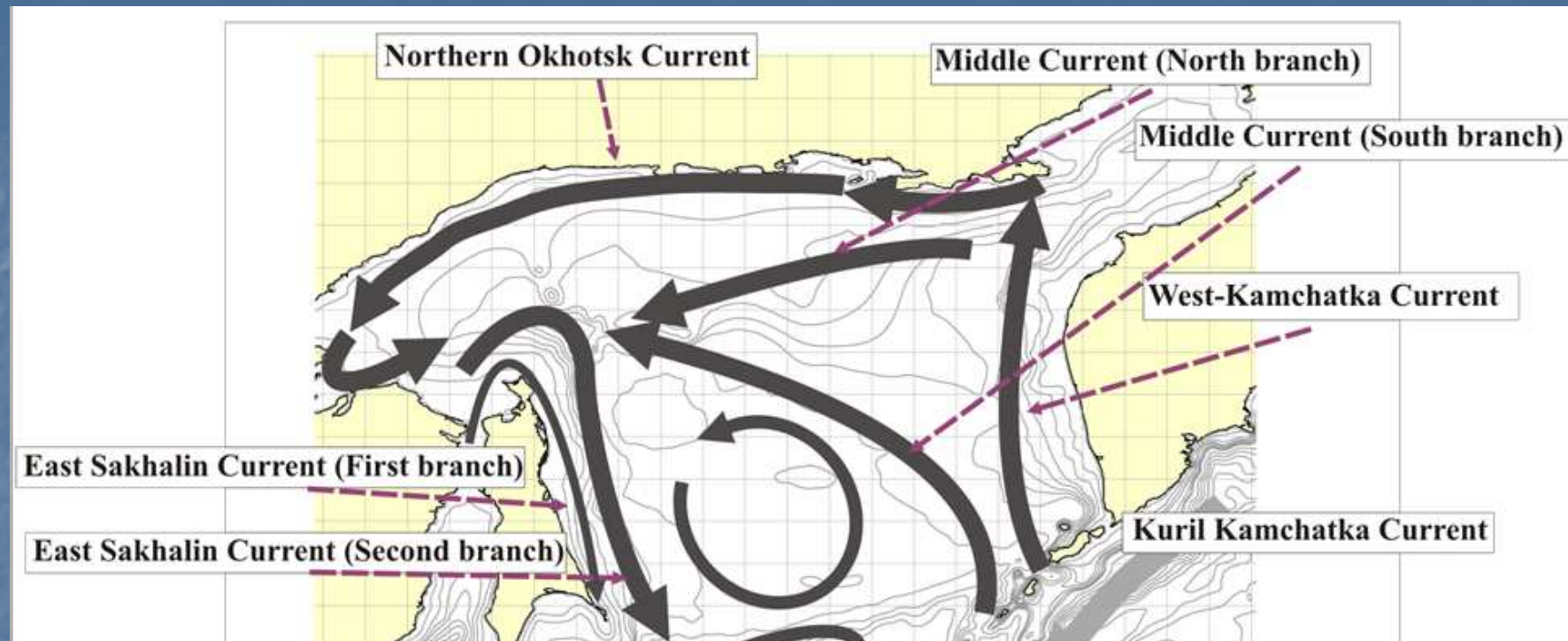


Апвеллинг у восточного побережья о. Сахалин при южных ветрах ~ 5 м/с в конце июня 2003 г. Слева ИК изображение, справа – видимое, в центре- модельные течения весной

Вторая мористая ветвь, формирующаяся над континентальным склоном, имеет наибольший расход и скорость на поверхности зимой и весной при наибольшей циклонической завихренности напряжения трения ветра над Охвпадиной Дерюгина.

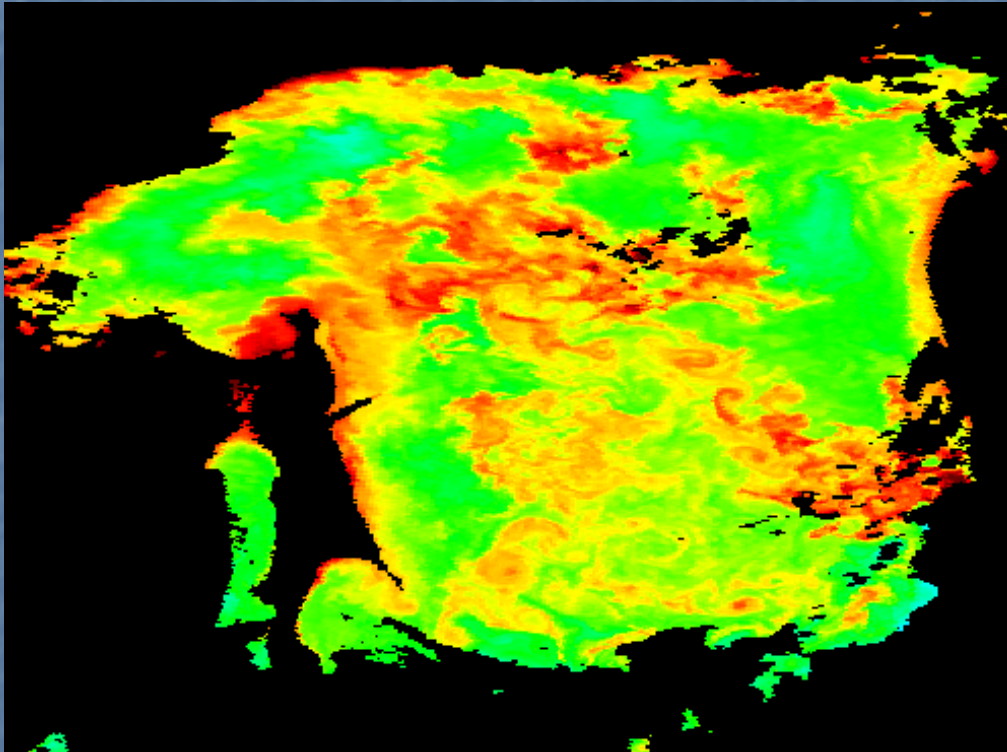
Это течение прослеживается на ИК-изображениях осенью в виде полосы более холодных вод и зимой на видимых и ИК-изображениях как узкая область разреженного дрейфующего льда. Скорость течения на поверхности в этой ветви (19-24 см/сек) имеет существенно меньшую амплитуду годового хода, чем скорость прибрежной ветви течения (5-48 см/с).

Заключение

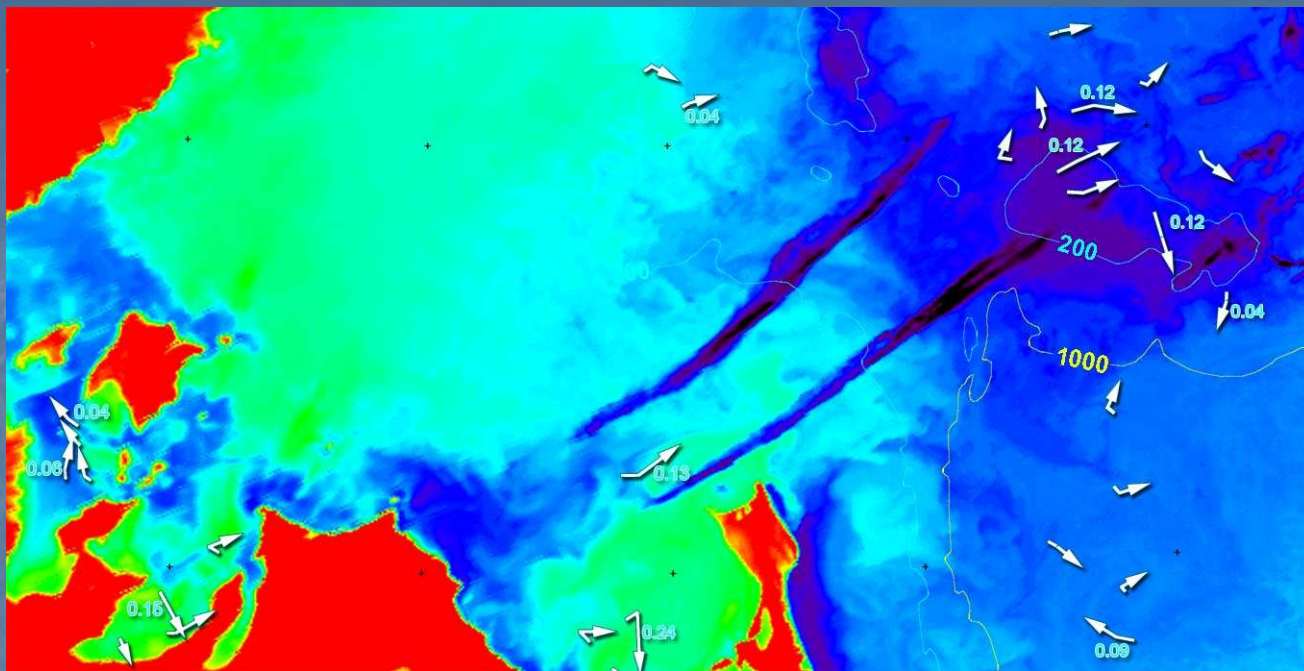


1. Численная модель RIAM (Kushu Univ.) при горизонтальном разрешении 1/18 гр. удовлетворительно воспроизводит сезонную изменчивость системы крупномасштабных течений в верхнем слое Охотского моря, включая изменчивость двух ветвей Восточно-Сахалинского течения, перенос пресных вод, влияние стока реки Амур и ветра на прибрежную ветвь Восточно-Сахалинского течения .

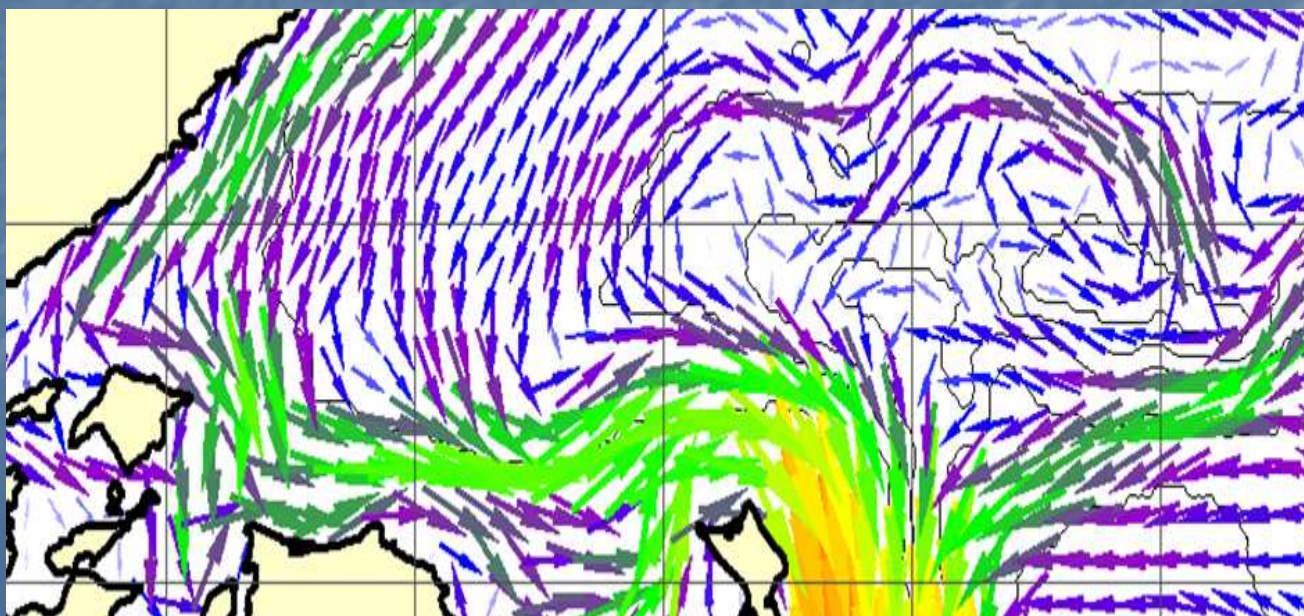
Заключение



2. Ключевую роль в процессах обмена веществом в Охотском море играют вихревые движения масштаба 1-20 км, поэтому необходимо моделирование вихреразрешающими моделями.



Сильное приливное перемешивание в районе Шантарских островов и банок Кашеварова и о-ва Ионы на ИК-изображении



По спутниковым данным и согласно теоретическому представлению (Зырянов, 2011) вокруг банки Кашеварова наблюдается антициклоническая завихренность скорости течения.

Зырянов В.Н. Вторичные тороидальные вихри Тэйлора над возмущениями дна во вращающейся жидкости
ДАН, 2009, 427, 2, 192–198



Вектора смещения маркеров за 100 минут на изображениях MODIS 6 июня 2009 г.