



# НАБЛЮДЕНИЯ ЗА АПВЕЛЛИНГАМИ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА В АКВАТОРИИ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Симонова Ю.В., Станичный С.В., Лемешко Е.М.

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, 2021 г.

Апвеллинг играет важную роль в функционировании прибрежных экосистем. Подъем холодных глубинных вод в теплый период времени в отдельных районах Черного моря имеет отрицательное воздействие на условия рекреации. В тоже время этот процесс важен для морских экосистем в целом, так как является одним из механизмов вентиляции подповерхностных и придонных (в шельфовой части) вод. В Черном море акватория Южного берега Крыма является одной из наиболее активной областей по частоте и продолжительности явления апвеллинга, а также по температурному контрасту между поднятой и окружающей водой.

Проанализированы пространственные и временные характеристики апвеллингов за указанный период.

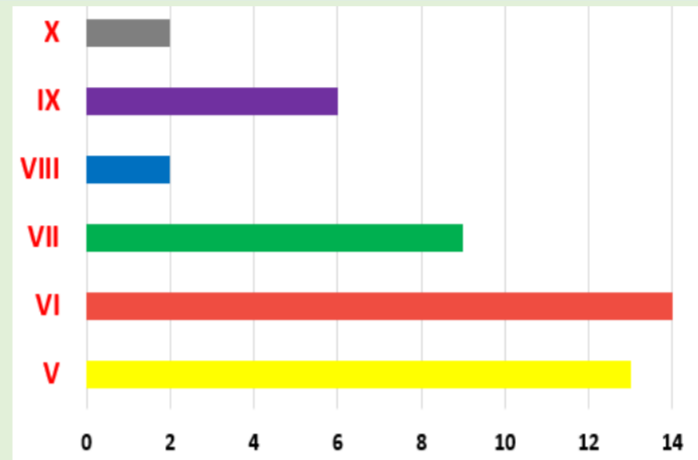
В теплое время года наблюдается наиболее контрастное выделение апвеллинга за счет большой разницы в температуре между верхними прогретыми и нижними более холодными слоями водных масс.

За рассматриваемый период в районе Качивели выделено 46 случаев полного апвеллинга в теплое время года. Из них в 13 случаях наблюдалось резкое понижение ТПМ более, чем на 10 °С. По количеству случаев апвеллинга выделяется июнь (14 случаев за исследуемый период), май (13 случаев) и июль (9 случаев).

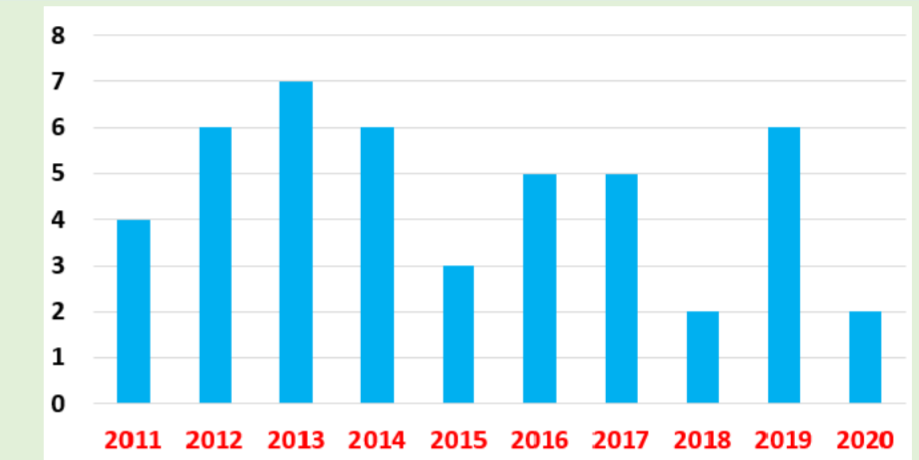
В работе рассмотрены случаи полных апвеллингов за теплый период года (май-октябрь) за 10 лет - с 2011 по 2020 годы. Данные спутниковых наблюдений, такие как карты температуры поверхности моря (ТПМ), ветровой обстановки (взяты из массива спутниковыми данными Морского портала <http://dvs.net.ru>), дополнялись и сопоставлялись с данными непрерывных контактных наблюдений, получаемых на Черноморском гидрофизическом подспутниковом полигоне (ЧГПП) МГИ (Ялтинский район).

Критерием выделения апвеллинга принималось резкое понижение ТМП за 12 часов на 5 °С и более.

В 2013 году было наибольшее количество апвеллингов (7 случаев). За это год анализ ситуаций дополнился данными измерений термопрофилера, установленного на океанографической платформе ЧГПП МГИ (Качивели) с октября 2012 года по октябрь 2013 года, и который производил измерения профиля температуры воды в исследуемом районе на 16 горизонтах. Данные термопрофилера в сочетании с данными дистанционного зондирования позволили получить более полную информацию о процессах, происходящих в прибрежной зоне около Южного берега Крыма в период апвеллингов.



Количество случаев апвеллинга по месяцам за 2011-2020 гг. в районе ЮБК

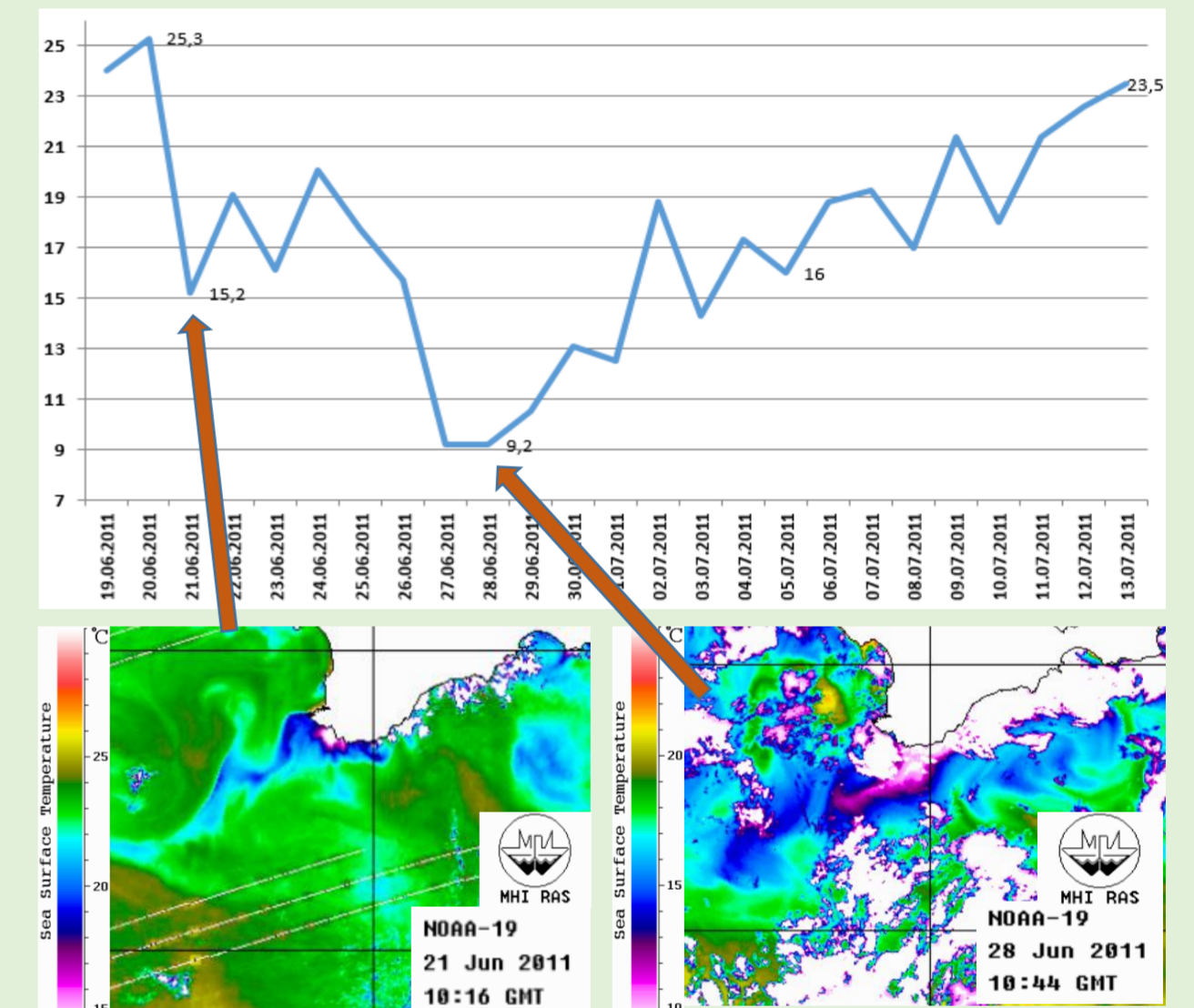


Количество случаев апвеллинга по годам за 10 лет в районе ЮБК

Кол-во суток	Кол-во случаев
1	9
2-3	20
4-7	14
8 и более	3

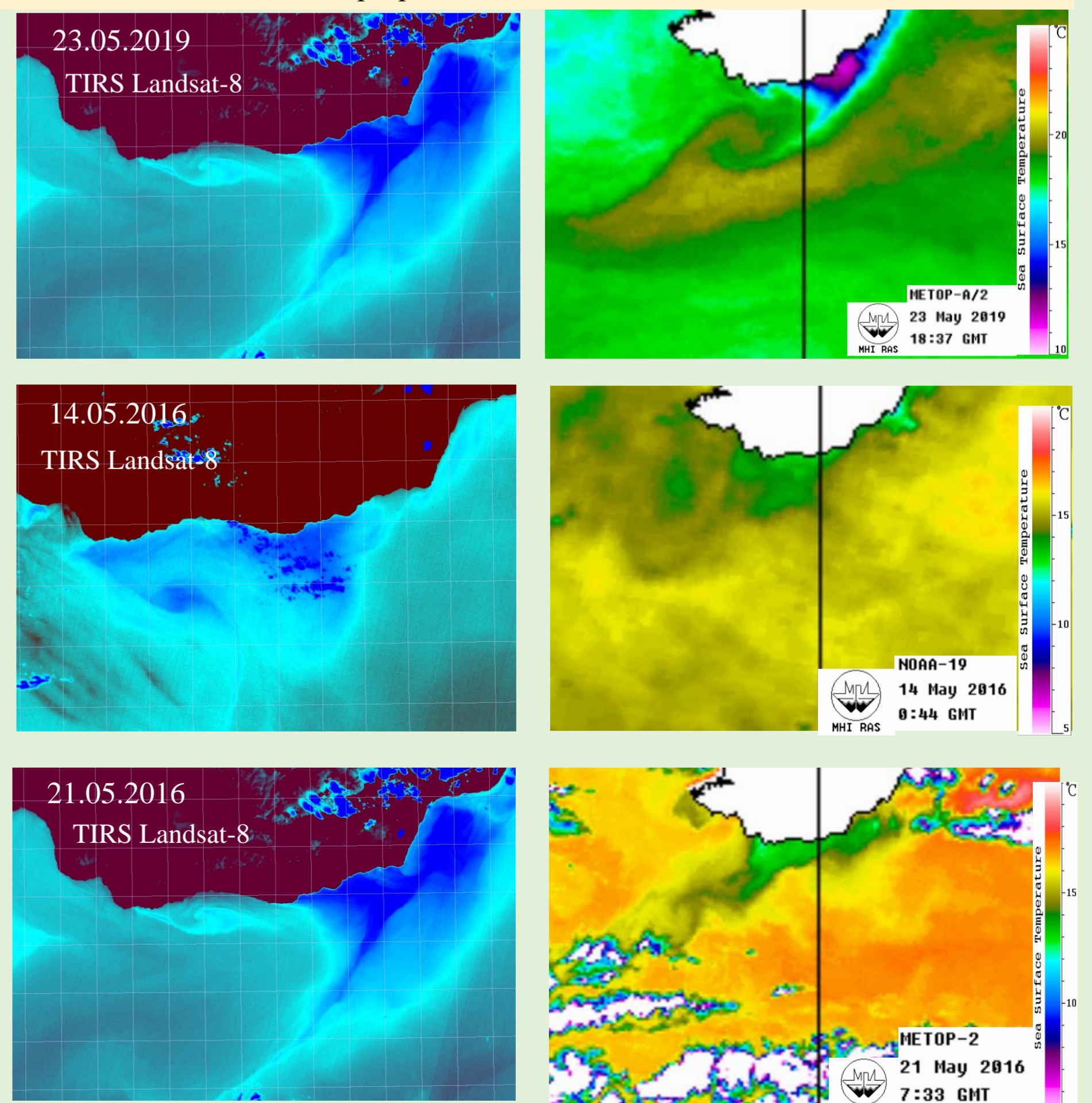
Больше всего случаев апвеллингов продолжительностью от 2 до 3 суток (см. табл.).

Выделяется ситуация с апвеллингом в летний период 2011 года, когда выход холодных подповерхностных вод продолжался 22 суток (с 21 июня по 12 июля) при преобладающих ветрах западных и юго-западных румбов. При этом значения ТПМ менее 10 °С фиксировалось около 3 суток. Амплитуда ТПМ за весь период составила 16.6 °С (с 25.3 °С до 8.7 °С). Спутниковые карты по ТПМ подтверждают этот процесс и позволяют провести мониторинг пространственно-временного развития данного события.

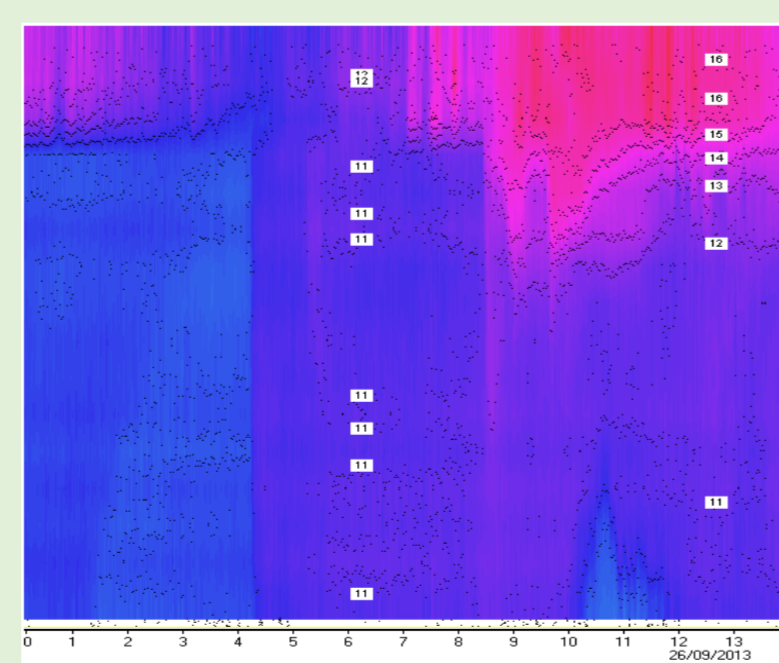
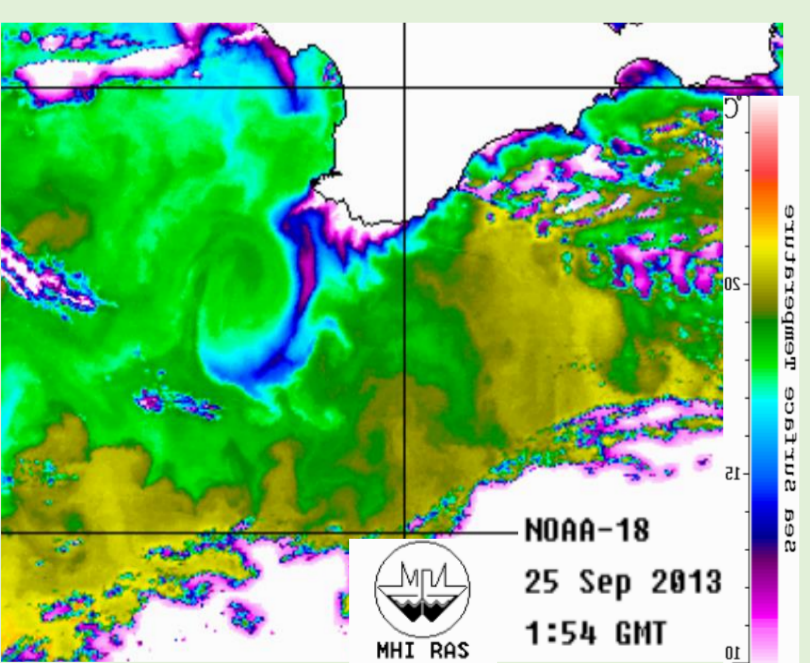
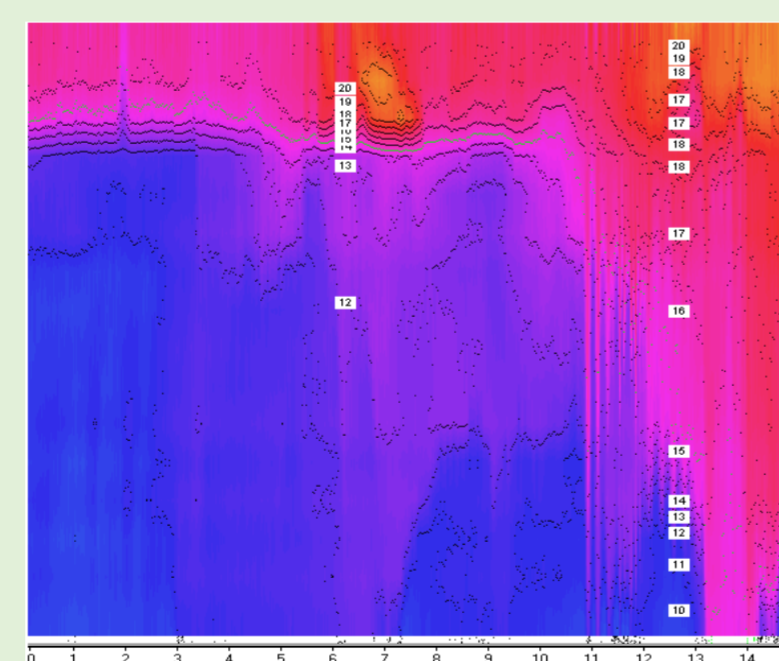
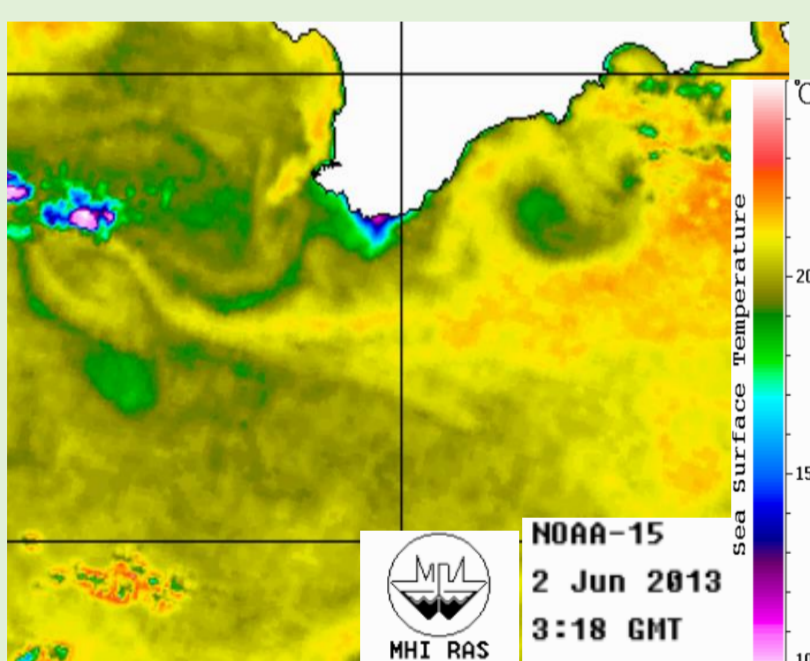
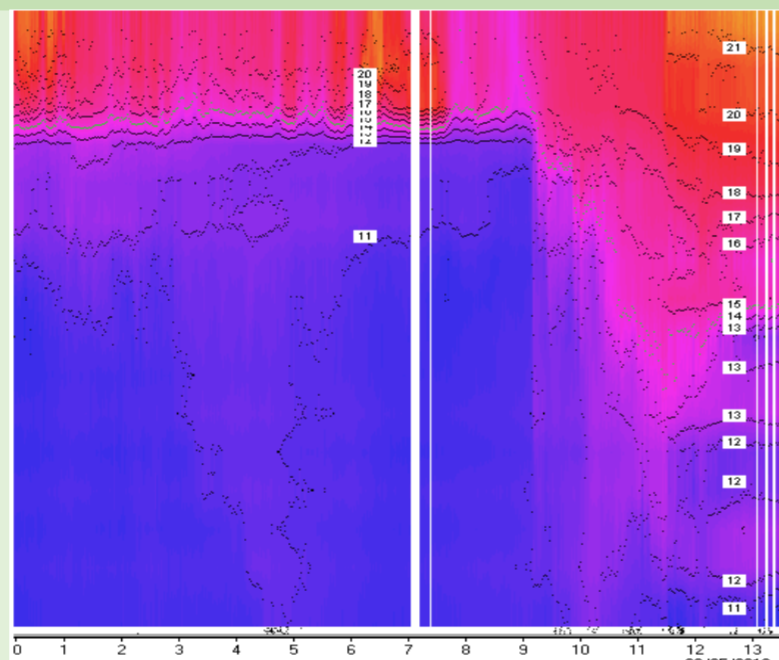
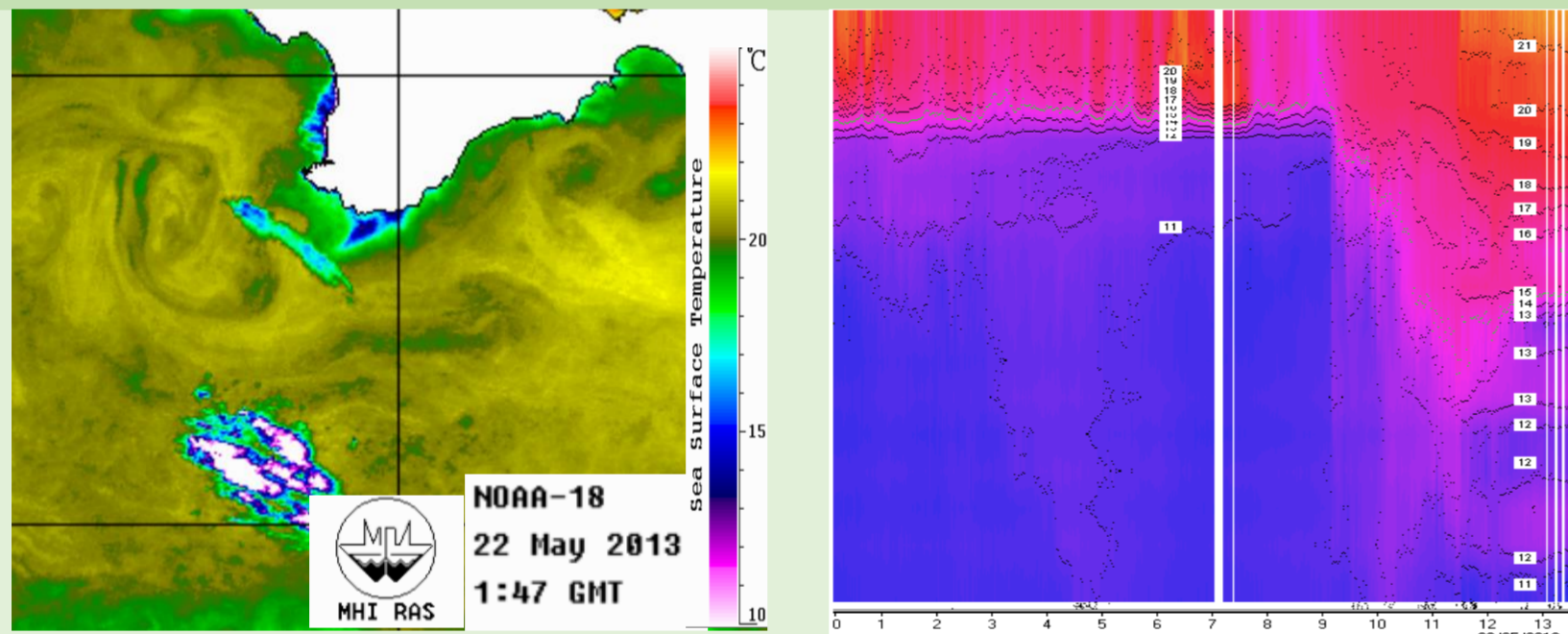


Ход ТПМ по данным контактных наблюдений с 19.06.2011 г. по 13.07.2011 г. (график) и карты спутниковых измерений

С помощью данных высокого разрешения, например, сканера TIRS спутника Landsat-8 ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)), на картах ТПМ можно проследить проявления неустойчивостей на фронтах в виде вихревых структур, видны резкие перепады температур в виде пятен холодной воды возле берега с характерными размерами в несколько километров, что трудно рассмотреть на снимках более низкого разрешения.



Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0555-2021-0005



Карты ТПМ по данным спутниковых наблюдений и данные измерений термопрофилера за 2013 г.

## Выводы:

- В работе проанализированы пространственно-временные характеристики апвеллингов в районе Южного берега Крыма в теплый период 2011-2020 гг. Приведены статистические данные.
- Контактные наблюдения точнее измеряют характеристики процессов и явлений в зоне сопряжения суши и моря, однако не позволяют получать информацию о пространственных структурах. Комбинирование спутниковых и контактных наблюдений позволяет получать наиболее полную информацию о состоянии морских экосистем.
- Сочетание дистанционных и контактных методов измерений позволяет осуществлять более эффективный комплексный мониторинг за морской поверхностью и представляет значительный интерес как для кратковременных, так и для долговременных локальных измерений гидрологических условий, позволяет проследить динамику стонно-нагонных явлений, распространение и влияние мезомасштабных вихрей на температурные поля.