

# СРЕДИЗЕМНОМОРСКИЕ ЦИКЛОНЫ И ПОГОДНО- КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Т.М. Баянкина

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г.Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: odmi@alpha.mhi.iuf.net

В работе по данным приземного анализа (1986-1988 гг.) и спутниковым изображениям (1996-2005 гг.) с ИСЗ «Meteosat» за зимний период рассмотрены подходы к климатическому районированию условий образования средиземноморских циклонов и их траекторий. В работе рассмотрены также погодно-климатические аномалии, сопровождающие их выход на акваторию Черного моря.

**Введение.** Исследования средиземноморских циклонов, выходящих на регион Черного моря, чрезвычайно актуальны, поскольку выходя на Черное море, они вызывают резкие изменения погоды. [1].

**Целью работы** является анализ условий формирования и эволюции средиземноморских циклонов, их влияние на погодно-климатические аномалии в Черноморском регионе на основе спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных подходов представлений.

**Используемые данные.** Используются карты приземного анализа в основные синоптические сроки (288 карт), высотные карты абсолютной топографии  $AT_{700}$  (76 карт), спутниковые изображения с ИСЗ «NOAA», «Meteor» (700 снимков) и «Meteosat» (1130 снимков) в зимний период, полученные в отделе ДМИ МГИ НАНУ при проведении мониторингов в 1986-1988 и 1996-2005 гг.

Аномальность циклонической активности в Средиземноморском регионе оценивалась по ежедневным спутниковым изображениям (1996-2005 гг.) за январь-март месяцы. Использовалась характеристика относительной частоты циклонов, определяемая как отношение числа циклонов в квадрате  $5 \times 5^\circ$  к числу снимков, принятых к обработке.

Обработка карт приземного анализа выполнялась следующим образом. Каждый циклон анализировался от момента его зарождения  $t_0$  (появление первой замкнутой

изобары на карте) до полного исчезновения циклонов. При этом выбирались координаты барического центра ( $\varphi, \lambda$ ); давление  $P$  и температура воздуха  $T_a$  в его центре; температура поверхности моря (многолетние данные); значение геопотенциала на высотных картах  $AT_{700}$ . Время существования каждого циклона делилось на 3 стадии: первая – от момента зарождения до возникновения молодого циклона с минимальным давлением ( $P_{min}$ ) в его центре; вторая (стадия молодого циклона) – от момента времени с  $P_{min}$  до момента окклюдирования (давление начинает расти); третья – от момента окклюдирования до заполнения циклона.

Обработка каждого спутникового изображения включала редактирование: выборку названия спутника, каналов (ТВ или ИК), дату и время принятого снимка; географическая привязки; трансформация в карту. Анализ выполнялся с использованием методов дешифрирования и стандартных пакетов статистических программ [1, 2].

**Методические подходы к климатическому районированию при образовании циклонов.** При выделении климатических районов зарождения средиземноморских циклонов были использованы три подхода.

*Первый подход* был предложен Ch. Coosensom в работе [3] и заключался в применении метода естественных ортогональных функций и кластерного анализа. Проведенная классификация среднегодовой температуры воздуха по данным 92 метеостанций за тридцать лет наблюдений позволила выявить области климатически однородных районов.

*Второй подход* – метод использованный в работе [4] кластерного анализа для каждой фазы развития циклона. Классификация признаков проводилась по пяти характеристикам: продолжительность стадии существования циклона  $t$ ; приземное давление  $P$  и температура воздуха  $T_a$  в центре циклона с координатами ( $\varphi, \lambda$ ). В результате были выделены группы циклонов, которые после нанесения на географическую сетку, локализовались в следующих районах: Западная часть Средиземного моря с прилегающими районами Атлантического океана, Марокко и Алжира; Центральная часть Средиземноморья включая Тирренское и Ионическое моря; районы Лионского залива и Лигурийского моря с прибрежными обла-

Италия; районы Балканского полу-острова и Эгейского моря; прибрежные и центральные районы Малой Азии, о-в Кипр; район акватории Черного моря. Данный подход позволил провести границы климатически однородных районов. При сравнении границ климатически однородных районов, выделенные двумя указанными способами [4].

*Третий подход* – метод тематического дешифрирования спутниковых изображений с ИСЗ «Meteosat». Используя стандартные пакеты статистических программ, получена карта относительной частоты зарождения циклонов в пятиградусных квадратах и выделены районы зарождения циклонов. Выделенные климатически однородные районы по приземным картам и данным относительной частоты зарождения циклонов также показали идентичность.

**Особенности формирования и эволюции циклонов в Средиземноморском бассейне.** Известно [1], большинство циклонов зарождается над Средиземным морем под высотной фронтальной зоной (ВФЗ) с большими температурными контрастами. Основная причина циклогенеза – это термические условия, рельеф и водная поверхность, как источник тепла в зимний период. Однако этого недостаточно для образования циклонов и необходимы дополнительные факторы. Одним из них является адвекция холода, которая характеризуется её направлением и продолжительностью [1].

В данной работе особое внимание обращено на анализ циклонов формирую-

щихся при условиях меридиональной или широтной перестройки высотного барического поля. Циклоны с меридиональной перестройкой высотного барического поля образуются в результате взаимодействия холодных европейских воздушных масс и теплого воздуха выносимого с Атлантики и Африки. В нижнем слое тропосферы над северной частью Средиземного моря образуется широтная фронтальная зона с большими контрастами температуры. Одновременно, в верхних слоях атмосферы под влиянием распространения холода на Западную Европу, происходит преобразование высотного барического поля в меридиональном направлении, что приводит к перемещению воздушных масс в широтном направлении с разными термическими характеристиками и возникновению циклонов. При таком процессе образуется наибольшее количество циклонов ~ 90%.

Циклоны, связанные с широтным преобразованием высотного барического поля образуются за счет вторжения холода по ультраполярной оси со Скандинавского полуострова на Западную и Центральную Европу с северо-востока, т.е. навстречу основному западному потоку. Активизация холода с северо-востока нарушает широтное положение арктического фронта над умеренными широтами и вызывает волновые возмущения, на которых формируются циклоны, они составляют ~ 10%.

На рисунках 1а и 1б приведены две типовые ситуации: траектории циклонов выходящих и не выходящих на Черное море.

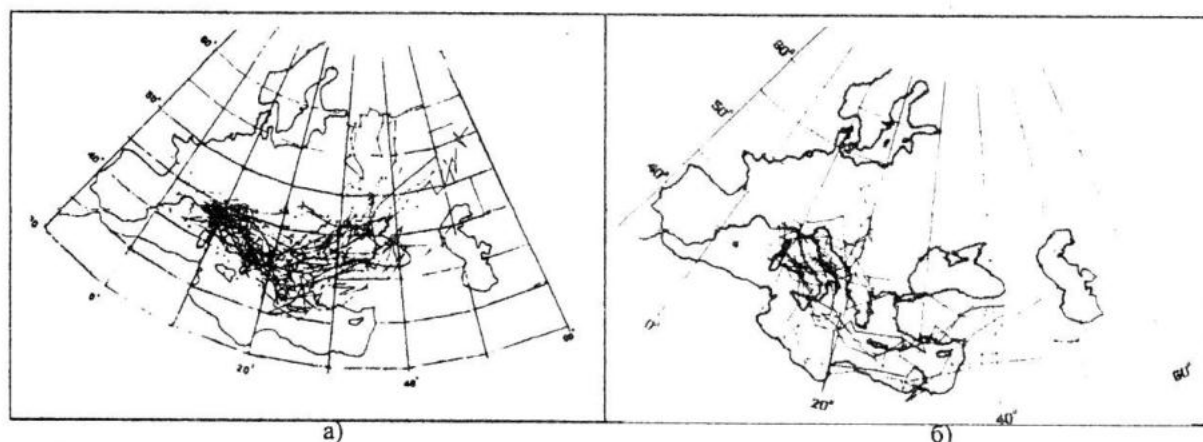


Рисунок 1 – Траектории средиземноморских циклонов по данным приземного анализа в зимний период 1986-1988 гг.: а) циклоны вышедшие на район Черного моря; б) циклоны не вышедшие на район Черного моря [4]

Первый тип – циклоны, образовавшиеся в результате меридиональной перестройки барического поля. По выполненным оценкам получено, что их средняя скорость 30-35 км/час, максимальная – 50-60 км/час.

Второй тип – циклоны, формирующиеся при широтном преобразовании высотного барического поля. В отличие от первых они перемещаются по траекториям, направленным на восток к Передней Азии со средней

скоростью 20-25 км/час и максимальной – 60 км/час [4].

Далее было проведено сравнение траекторий циклонов по данным приземного анализа (рисунок 1а,б) и картам относительной частоты появления циклонов в пятиградусных квадратах (рисунок 2а,б), от момента зарождения до их заполнения. Видно, что эти результаты хорошо согласуются.

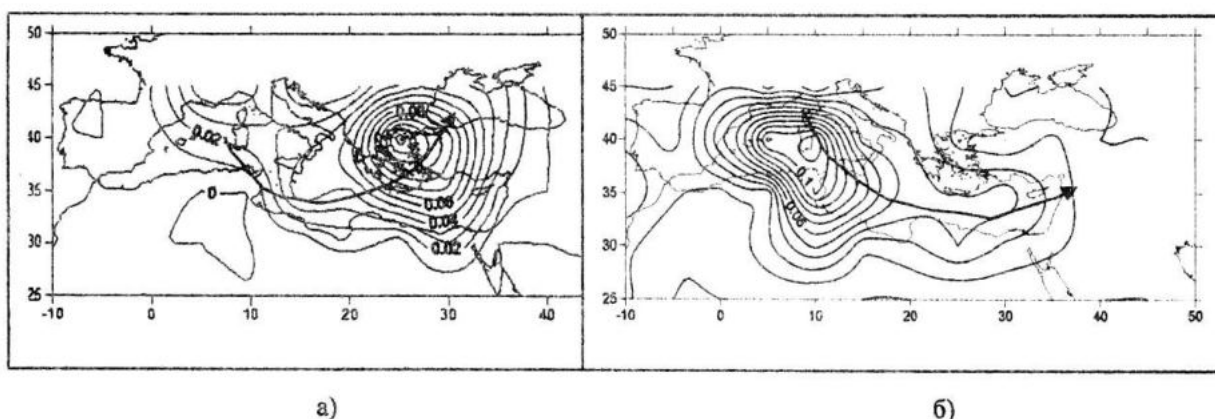


Рисунок 2 – Карты относительной частоты появления циклонов в пятиградусных квадратах по спутниковым изображениям 1 период 1996-2005 гг.: а) вышедшие на район Черного моря; б) циклоны не вышедшие на район Черного моря; стрелка – траектория циклонов по спутниковым данным

Анализ ежедневных данных облачности показал, что циклоны в поле облачности по спутниковым данным существуют дольше,

чем в полях температуры и давления по картам приземного анализа, это видно из таблицы 1.

Таблица 1 – Средняя продолжительность существования циклонов в зимний период (сутки)

Наименование	Районы зарождения средиземноморских циклонов					
	1	2	3	4	5	6
Карты приземного анализа (1986-1988 гг.)	6,5	3,5	4,6	4,7	4,8	3,3
Спутниковые изображения (1996 -2005 гг.)	7,7	5,8	6,2	5,3	5,4	4,5

На рисунке 3 показаны районы, в которых образовались циклоны. Видно, что наибольший процент средиземно-морских циклонов наблюдается над морской поверхностью. Это свидетельствует о положительном влиянии моря на процесс циклогенеза зимой. При подсчете циклонов выходящих на Черное море, выяснилось, что

их количество составляет ~ 70%. Районами наибольшей повторяемости циклонических образований являются Западное, Восточное Средиземноморье и полуостров Малая Азия. Однако следует отметить, что 45 % циклонов выходит на Черное море из Западного и Восточного Средиземноморья.

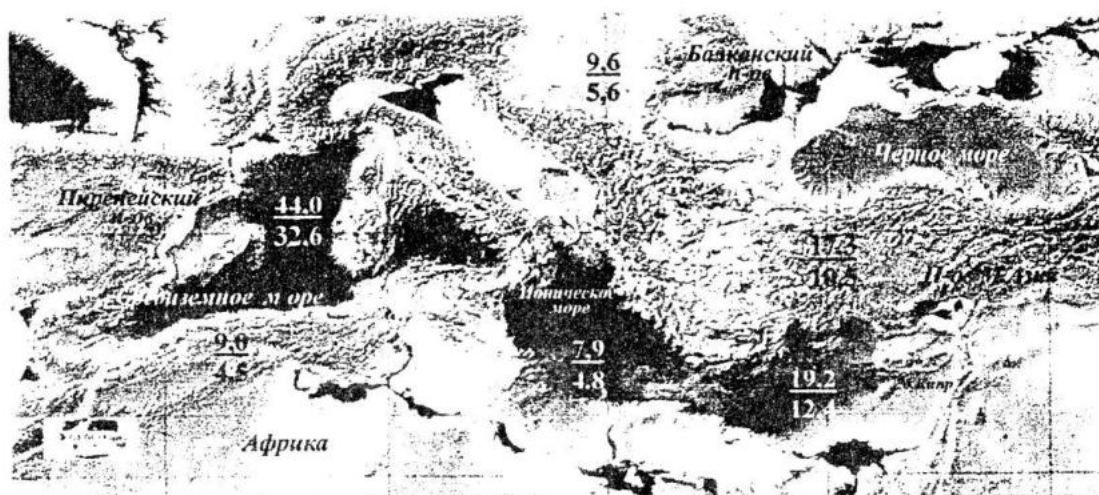


Рисунок 3 – Районы зарождения Средиземных циклонов по спутниковым данным: числитель – процент, от общего числа циклонов; знаменатель – процентный вклад циклонов выходящих в район Черного моря (1996-2005 гг.)

**Погодно - климатические аномалии в районе Черного моря при выходе на него циклонов.** На рисунке 4 демонстрируется пример, (подробно рассмотренный в [4]) образования циклона, результате меридиональной перестройки высотного барического поля.

29.02.1988 г. над Лигурийским морем (район Генуи) в поле облачности, наблюдалась фронтальная волна, рисунок 4а. Развитие высотного гребня привело к резкому уменьшению кривизны изогипс и с юго-запада наблюдался мощный вынос теплого воздуха со скоростью 35 м/сек.

1.03.1988 г. в тыл фронтальной волны поступал холодный воздух, образовался молодой циклон и облачный массив приобрел форму булавы, (рисунок 4б). Температура воздуха понижалась, циклон углублялся и быстро смещался на Балканский полуостров, где холодный фронт выражен кучевой облачностью в виде гряд. Активность фронта подтверждалась ярко-белой хорошо развитой облачной полосой. Протяженность фронтальной волны составляла 1700 км, максимальная ширина – 500 км.

02.03.1988г циклон достиг максимального развития в районе Севастополя, это подтверждалось сужением облачной полосы до 400 км. Холодный фронт

прослеживался до Турции и давление в его центре составляло 982 гПа. Над морем контраст температур вода-воздух составлял  $3,2-4,0^{\circ}\text{C}$ , указывающий на интенсивную конвекцию, рисунок 4 в.

03.03.1988 г., облачность циклона в виде спирали шириной 500 км и состояла из плотных кучевых и слоисто-кучевых облаков, рисунок 4г. Скорость циклона уменьшилась до 10-15 км/ч, а кривизна спирали увеличивалась. Вокруг центра циклона располагались облачные полосы кучевых и кучево-дождевых облаков. 04.03.1988 г. при смещении на север облачная спираль постепенно распадалась и циклон быстро заполнялся.

Перемещение циклона наблюдалось в направлении выбросов перистых облаков с юго-запада на северо-восток (рисунок 2б). При выходе циклона на Черное море погода резко ухудшалась. На западе и северо-западе Черного моря наблюдался ураганный ветер юго-западного направления, со скоростью 25-30 м/сек, высота волны в море достигала 6 м, температура воздуха –  $2-3^{\circ}\text{C}$ . Циклон принес с собой обильные осадки и вызвал большие разрушения в прибрежных районах Крыма [5].



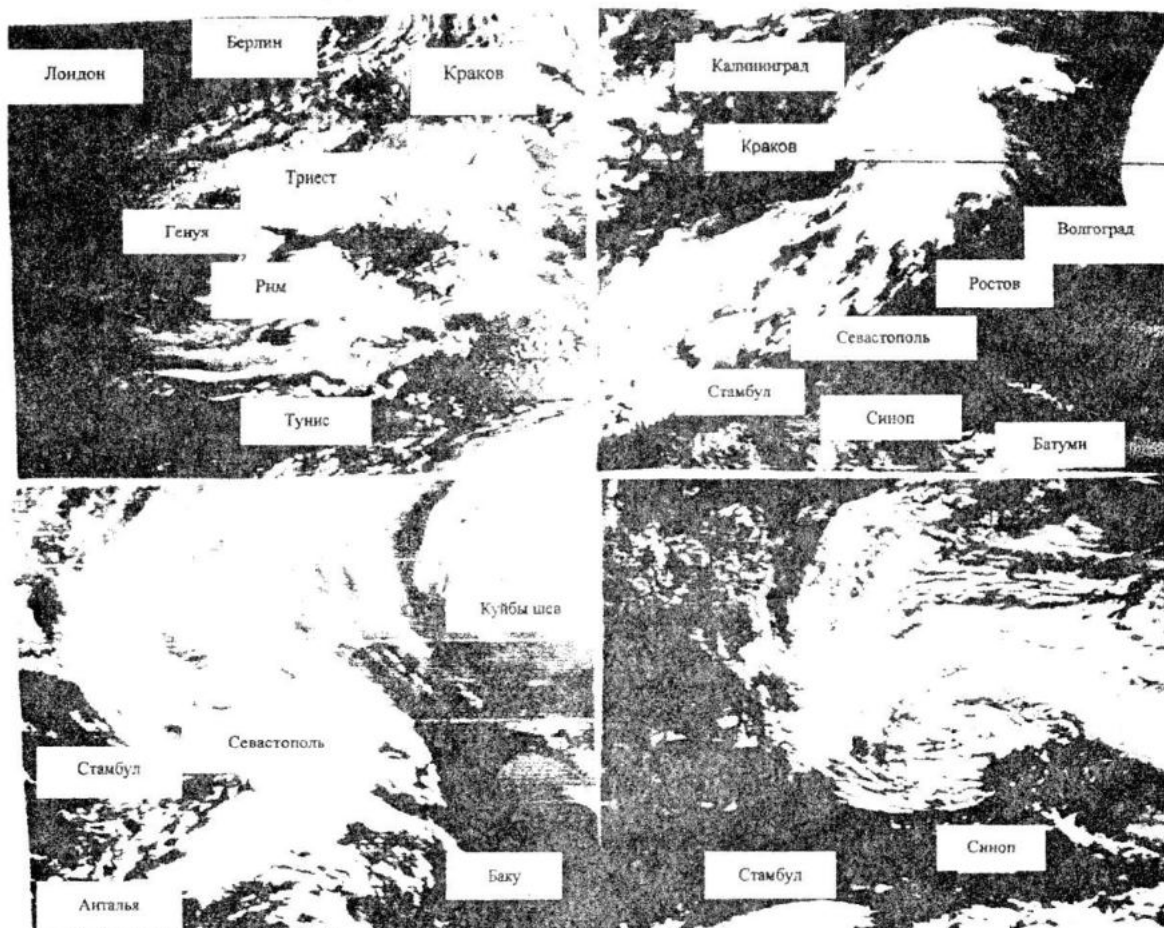


Рисунок 4 – Лигурийский циклон и его эволюция по спутниковым изображениям ИСЗ «NOAA»: а) 29.02.1988 г. – фронтальная волна в районе Генуя; б) 1.03.1988 г. – молодой циклон в форме булавки; в) 02.03.1988 г. – стадия максимального развития циклона; г) 03.03.1988 г. – окклюдирование циклона

**Выводы.** Результаты выполненной работы показали, что совместное использование спутниковой информации и данных приземного анализа дают хорошее согласование. Образующиеся в Средиземном море циклоны в зимний период (~70%), при выходе на Черноморский регион, обуславливают там погодно-климатические аномалии. Около 45% циклонов, выходящих на Черное море, формируется в Западной и Восточной частях Средиземного моря.

*Выражаю благодарность д.г.н. Воскресенской Е. Н. за оказанную помощь в выполнении данной работы.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Средиземноморские циклоны в поле облачности /Под.ред. Т.П. Поповой – Л: Гидрометеиздат. 1975. – 382 с.

2. М. А. Герман. Космические методы исследования в метеорологии. – Л: Гидрометеиздат. 1985. – 351 с.

3. Ch. Goossens. Regionalisation of the Mediterranean Climate. Theor, Appl. Climatol. 1986. – 37. – P.74-83.

4. Г. А. Гришин, Т.М. Баянкина, Е.И. Калинин. Циклоническая деятельность в Средиземноморском регионе и влияние ее на гелио-геомагнитную активность. Препринт. – Севастополь – ЭКОСИ-Гидрофизика, 1993. – 35 с.

5. Г. А. Гришин, Т. М. Баянкина, Е. И. Калинин, М.М. Лундберг. Об эволюции средиземноморских циклонов, выходящих на Черное море и территорию Украины, по данным спутниковых и наземных наблюдений. – Исслед. Земли из космоса. 1991. № 3. – С. 89-94.