

Тропический циклон (ураган)

Диаметр – 500 км



Формирование тропического

урагана

Для формирования тропического циклона, необходимы следующие условия:

- высокая температура воды (не менее 26 C) до глубины около 50 м;
- неустойчивость атмосферы;
- резкое падение температуры воздуха с высотой), это способствует выделению

теплоты конденсации на высоте;

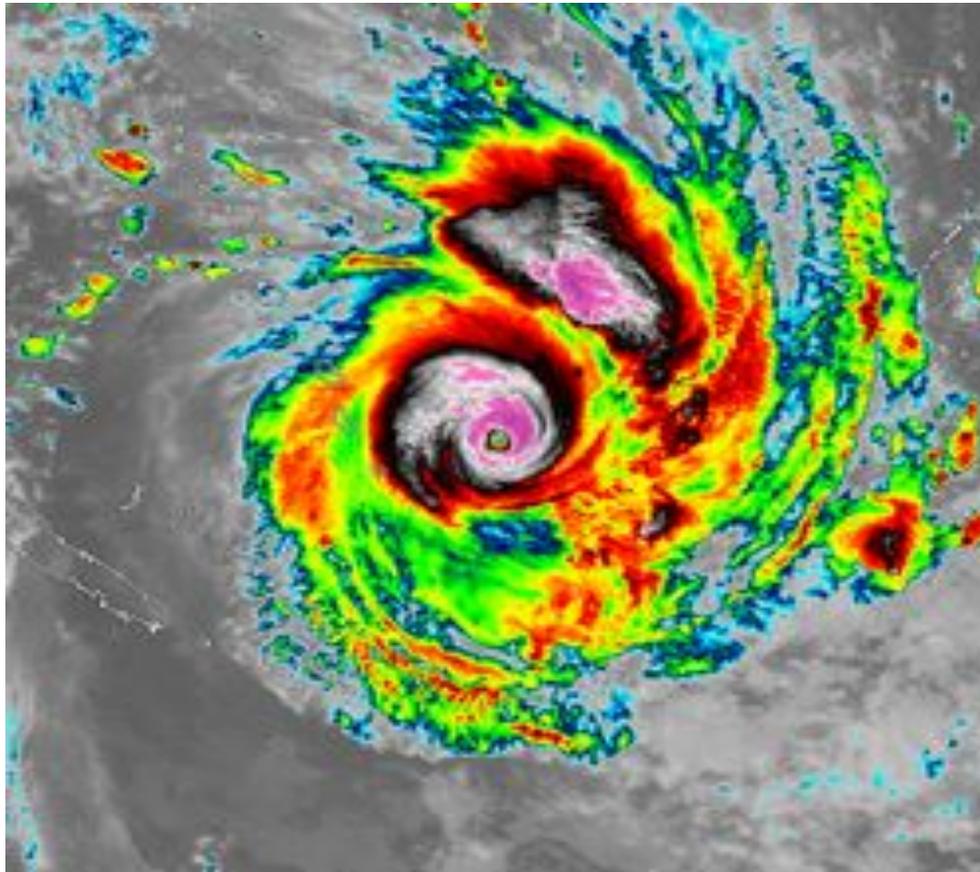
- расстояние от экватора не менее 500 км;

- Ранее существующее приповерхностное возмущение с достаточным вращением и конвергенцией. Тропические циклоны не могут возникнуть спонтанно.

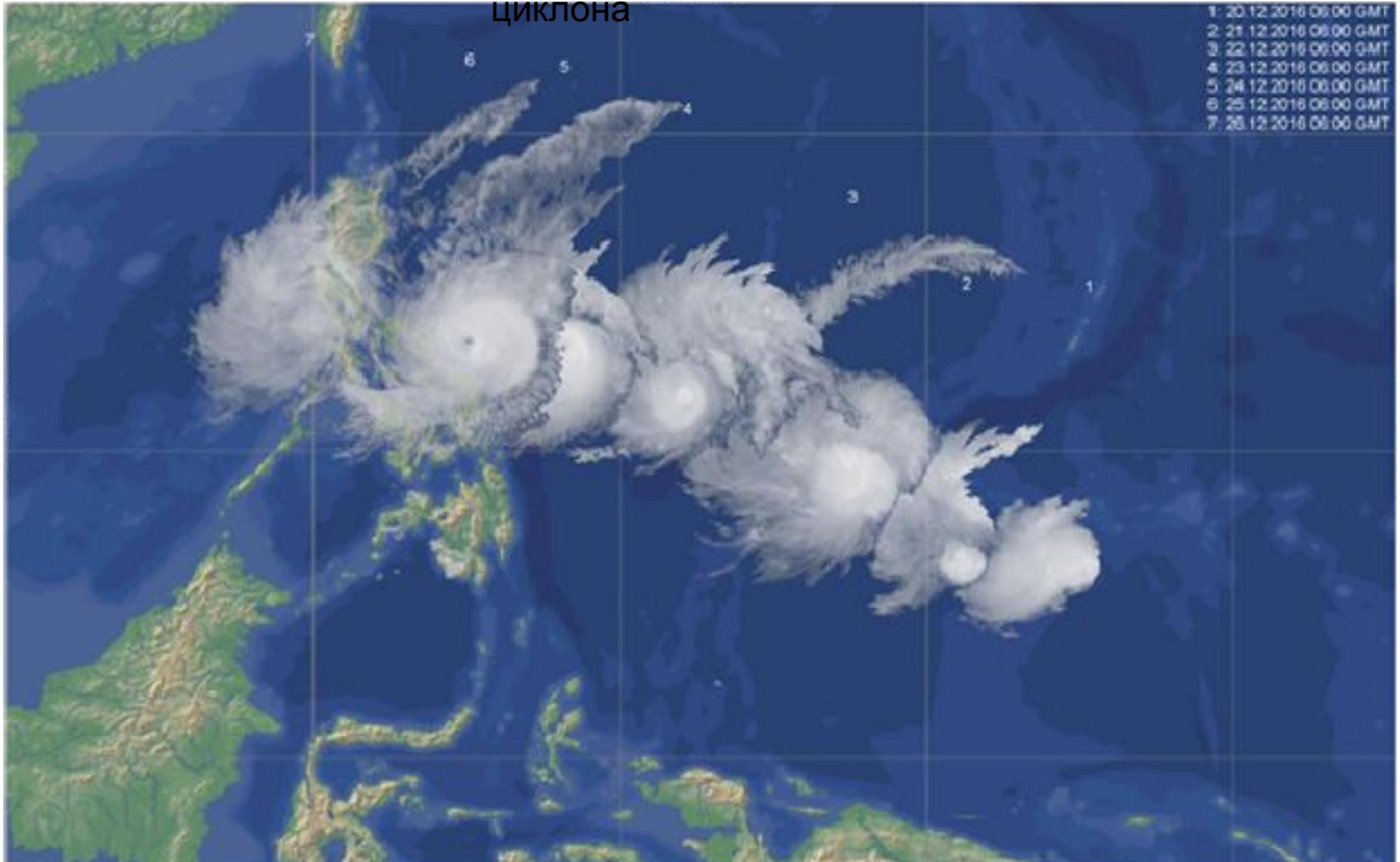


Механизм формирования тропического циклона

Для поддержки циклонической циркуляции необходима энергия. Основной механизм передачи энергии состоит из цепочки фазовых переходов воды.



СТАДИИ РАЗВИТИЯ тропического циклона

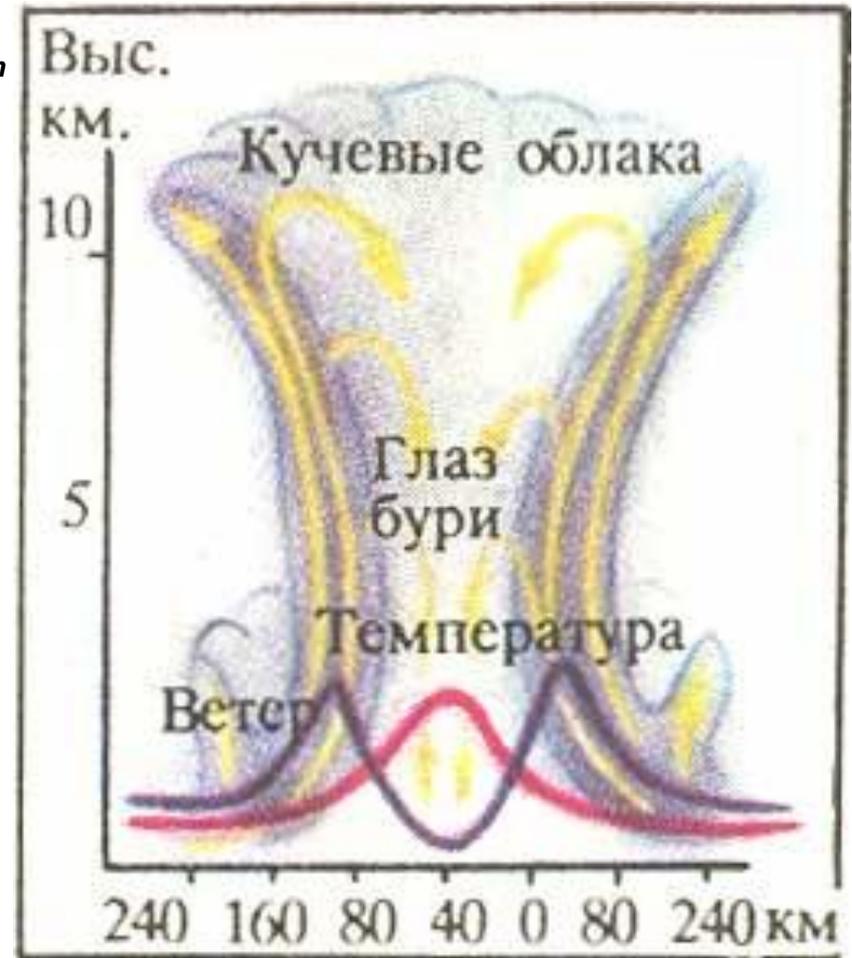
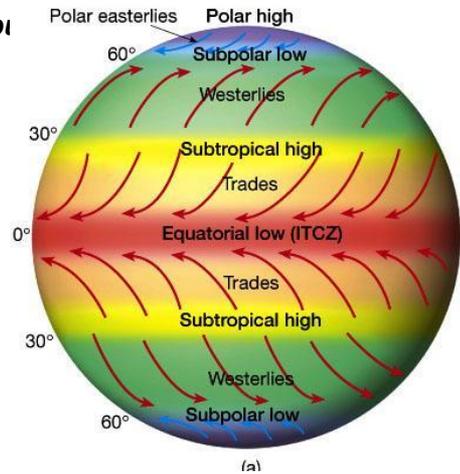


Монтаж космических изображений тайфуна «Nock-ten» на всех стадиях развития

20-26 декабря 2016 г. (по данным ФГБУ «НИЦ «ПЛАНЕТА»).

Тропические циклоны

Тропические циклоны возникают главным образом во внутритропической зоне конвергенции (в подавляющем большинстве случаев не менее чем в 10° от экватора), чтобы отклоняющая сила вращения Земли (сила Кори



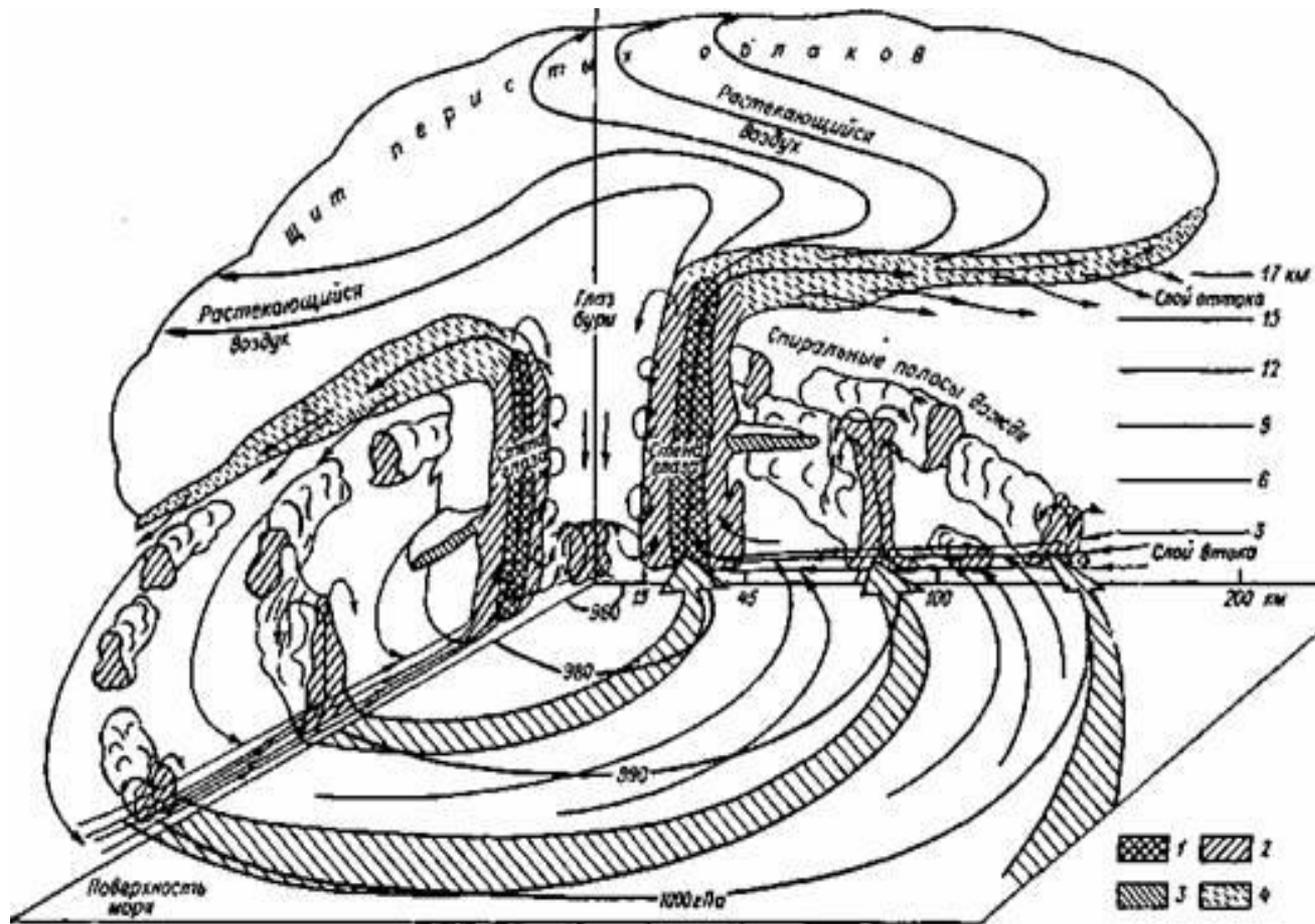


Схема структуры зрелого тропического циклона.

(1 — башни кучевых облаков в глазе бури; 2 — конвективные облака; 3 — высокослоистые облака; 4 — перистые облака)

Тропические циклоны



«**ВОСТОЧНЫЕ ВОЛНЫ**» являются причиной большого количества тропических циклонов в Атлантике. Доказано, что они вызваны нестабильностью африканских восточных потоков.

(бароклинно-баротропная нестабильность – когда ценность потенциального вихря начинает снижаться в направлении на север.)

В среднем, около 60 волн генерируются ежегодно в Северной Африке. Около 85% активных атлантических ураганов зарождаются в восточной волне.

Тропический циклон

Обязательное условие для образования урагана – огромная масса прогретой воды:

- температура воды должна быть не ниже 26,5°C
- глубина прогрева – 50 м

Испарения поднимаются вверх.
Образуется область пониженного давления

Из-за разности давления воздух приходит в движение

Отклоняющая сила вращения Земли закручивает его (в Северном полушарии против часовой стрелки, в Южном – по часовой).

Вращение вовлекает в вихрь массы воздуха извне

На определенной высоте пар достигает точки росы и конденсируется.

Выделяющаяся при этом тепловая энергия подогревает воздух, он стремится вверх, питая циклон

Циклон принимает форму гигантской воронки.

Внутри воронки образуется штилевой центр (30-60 км)

Скорость ветра достигает 240-320 км/ч

! Источник энергии ураганов – выделение тепла при конденсации водяного пара в восходящем воздушном потоке. Поэтому ураганы быстро затухают, попадая на сушу



ШКАЛА САФИРА-СИМПСОНА

В начале 1970-х гг. инженер-строитель Герберт Саффир и директор Национального центра по ураганам Роберт Симпсон разработали шкалу, оценивающую **силу урагана** на основании штормовой волны и скорости ветра

Категория	Название/Скорость ветра	Высота волны
1	Минимальный ~ 120-150 км/ч	1-2 м
2	Умеренный ≈ 150-180 км/ч	2-2,5 м
3	Значительный ≈ 180-210 км/ч	2,5-4 м
4	Огромный ≈ 210-250 км/ч	4-5,5 м
5	Катастрофический более 250 км/ч	более 5,5 м

ШКАЛА БОФОРТА В 1806 г. английский адмирал Френсис Бофорт предложил шкалу ветров:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
штиль	тихий	легкий	слабый	умеренный	свежий	сильный	крепкий	очень крепкий	шторм	сильный шторм	жестокий шторм	ураган
0-0,2 м/с менее 1 км/ч	0,3-1,5 м/с 1-5 км/ч	1,6-3,3 м/с 6-11 км/ч	3,4-5,4 м/с 12-19 км/ч	5,5-7,9 м/с 20-28 км/ч	8,0-10,7 м/с 29-38 км/ч	10,8-13,8 м/с 39-49 км/ч	13,9-17,1 м/с 50-61 км/ч	17,2-20,7 м/с 62-74 км/ч	20,8-24,4 м/с 75-88 км/ч	24,5-28,4 м/с 89-102 км/ч	28,5-32,6 м/с 103-117 км/ч	более 32,6 м/с более 117 км/ч

Штормовые, ураганные волны — явление, нередко сопровождающее переход урагана с моря на сушу.

Вступая на мелководье, ураган оказывает на воду чрезвычайно сильное давление, буквально выжимая ее перед собой. Образуется громадный, длинный водяной вал (волна), движущийся с большей скоростью перед ураганом и с меньшей по его бокам. Передняя волна всегда идет вместе с ураганом, сопровождаясь страшным ветром, ливнями и грозами. Боковые волны уходят в сторону от урагана и иногда обрушиваются на берег при полном затишьи. Такие волны в Японии имеют особое название — «унэре». Они предупреждают о близости





Штормовой нагон. Термином «штормовой нагон» обозначают подъем морских вод выше среднего уровня океана, который отмечается при ориентированном к берегу ветре (обычно при приближении циклонов). Собственно нагон происходит на участке шириной 15— 30 км. Период высокой воды может длиться примерно от 6 часов до нескольких дней в районах с плохим стоком.

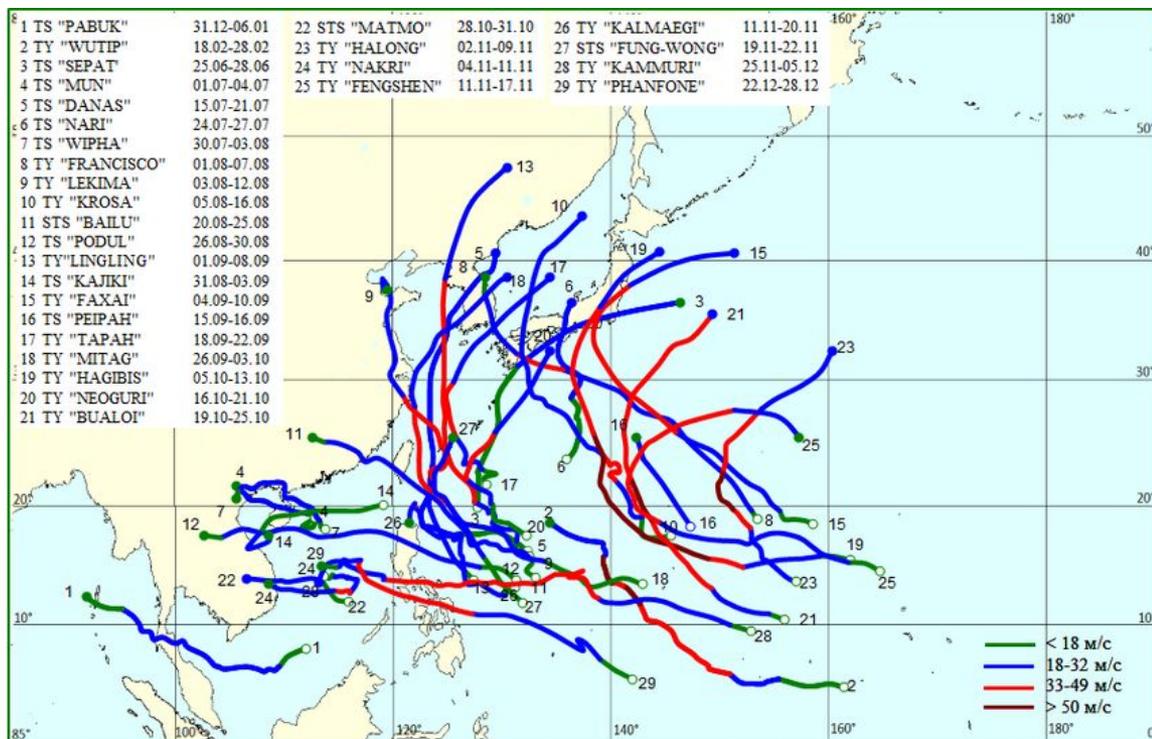
В открытом море низкое атмосферное давление в центре шторма вызывает подъем воды выше уровня окружающей поверхности. При приближении шторма к побережью ветер может нагнать и без того высокую воду к берегу в зависимости от конфигурации последнего. Если это совпадает с высоким лунным приливом, подъем уровня моря над его обычным уровнем может достигать 7 метров и более, что приводит к быстрому затоплению низких участков побережья.

Так, во время катастрофического нагона высотой в 3,4 м, вызванного тайфуном Вера (1959 г.), затопило город Нагоя, что привело к гибели около 5 тыс. человек

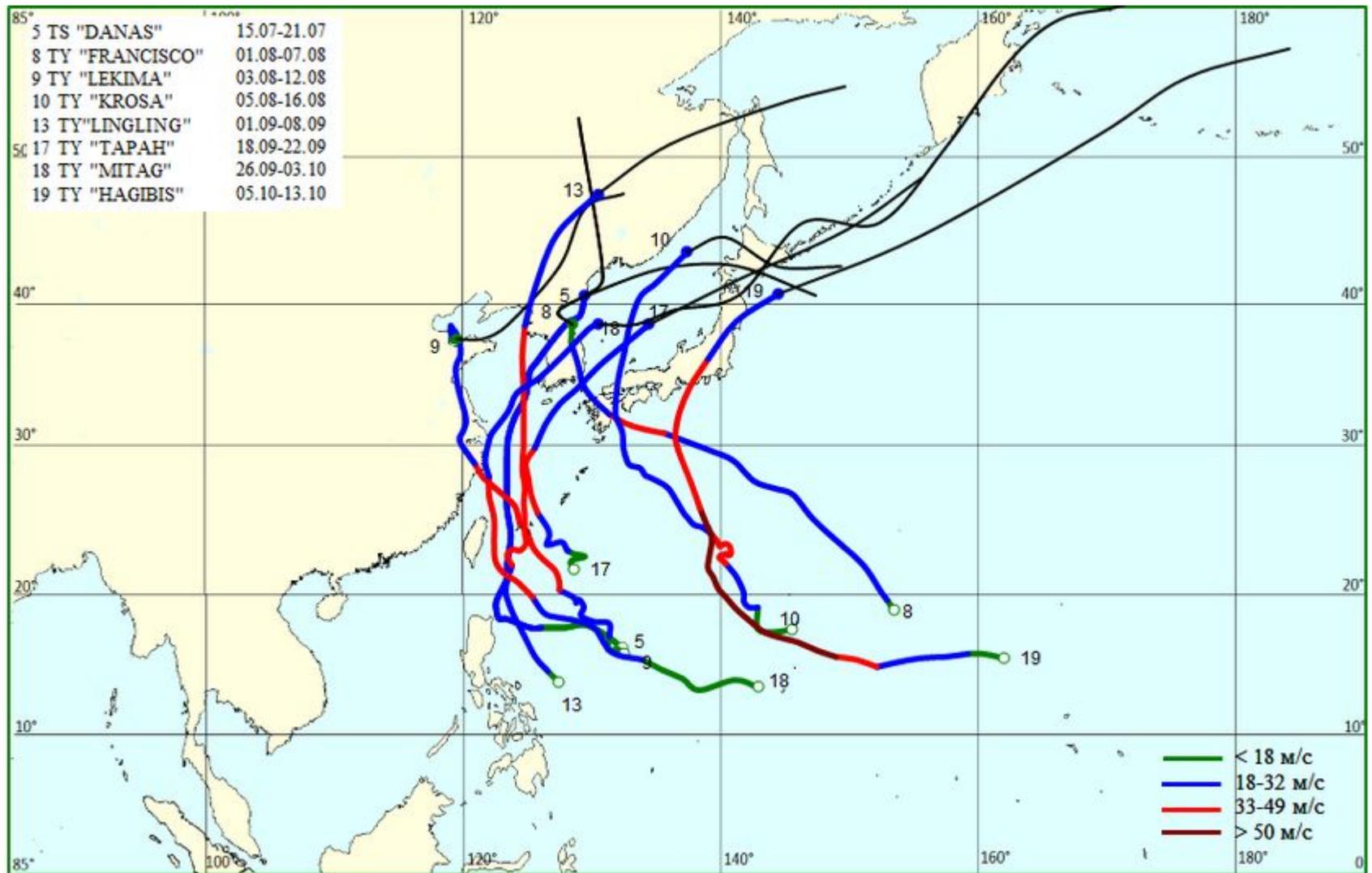
На Дальнем Востоке России при выходе тайфуна иногда выпадает дождей до 200 - 350 мм/сут.

Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в 2019 г.

- В северо-западной части Тихого океана** (рис. 2) в сезоне 2019 г. возникло 29 тропических циклонов при норме 25,6. Из 29 образовавшихся ТЦ 17 стали тайфунами, из которых 5 развились до стадии супер-тайфуна (скорость ветра более 50 м/с). Необычным было формирование супер-тайфуна в феврале, когда вероятность появления даже обычного тропического циклона минимальна: это возможно в среднем один раз в 10 лет. Необычным стал также очень активный тропический циклогенез в ноябре, когда ТЦ возникло почти в три раза больше нормы, и почти все стали тайфунами. Самым мощным в сезоне оказался тайфун «Халонг»: давление в его центре понижалось до 905 гПа, ветер усиливался до 65 м/с, в порывах – более 90 м/с, причём такую интенсивность циклон сохранял в течение суток.

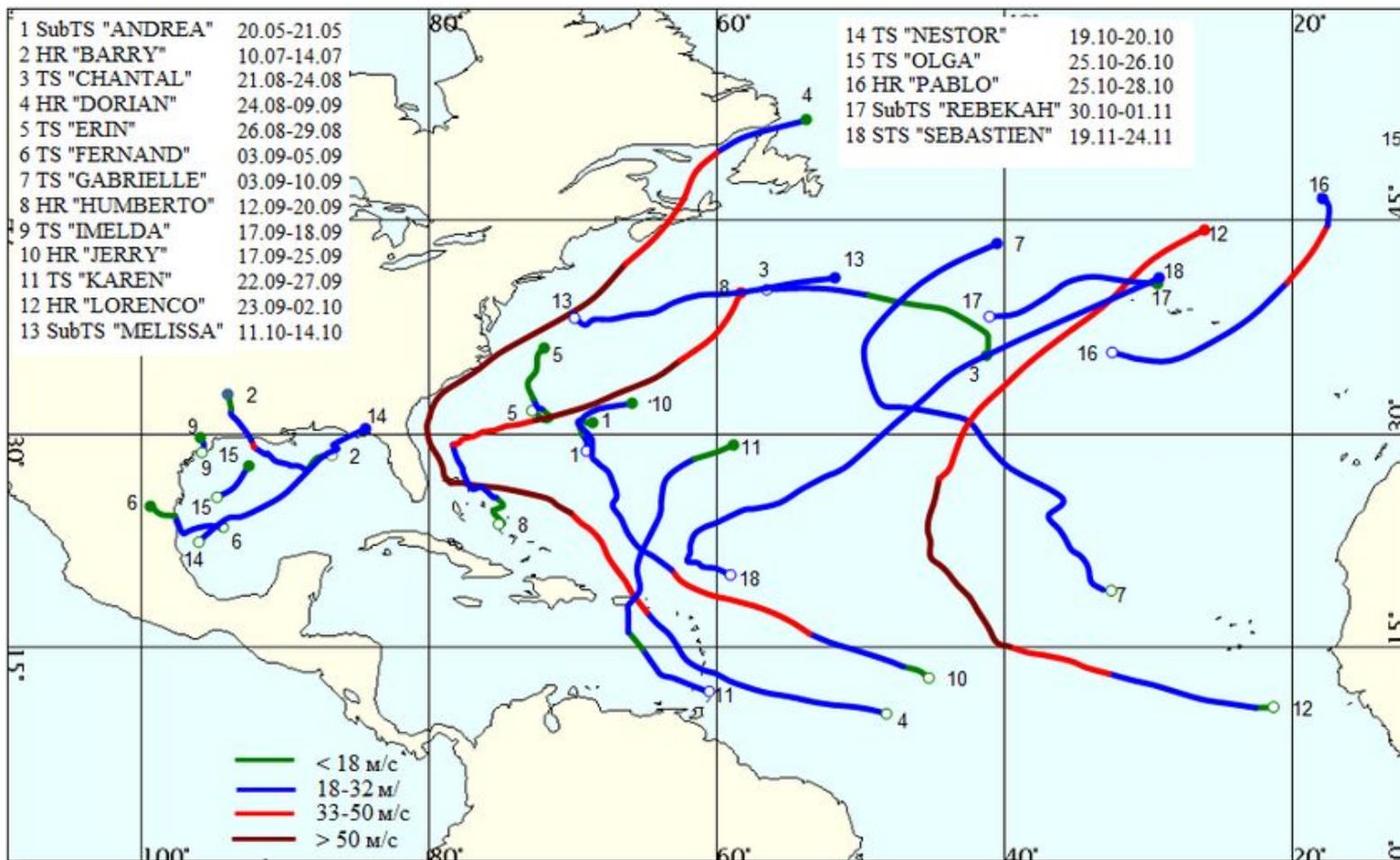


Траектории экс-тропических циклонов оказывавших влияние на Дальний Восток России в 2019



Траектории тропических циклонов в Атлантическом океане в 2019г.

- В Атлантическом океане** в сезоне 2019 г. продолжилась тенденция к повышенной активности тропического циклогенеза. В прошедшем сезоне возникло 18 ТЦ (норма 10,8), из которых 6 стали ураганами. Из 6 ураганов 3 достигали 5 категории опасности по шкале Саффира-Симпсона с ветрами более 70 м/с. Вместе с тем следует отметить, что значительная часть циклонов были слабыми и непродолжительными, либо субтропическими, поэтому количество ураганов и мощных ураганов оказалось близким к норме.



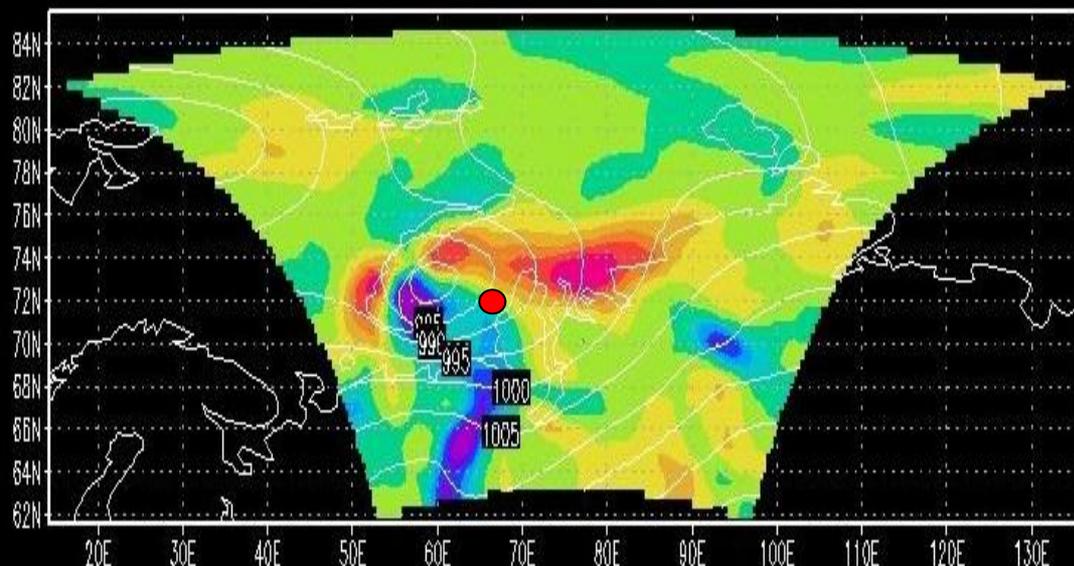
Полярный циклон

17 сентября 2005 года

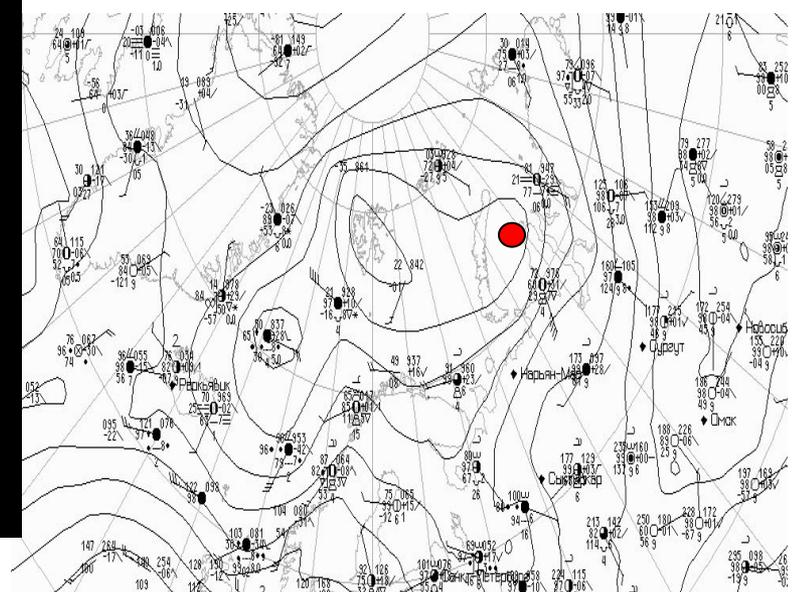
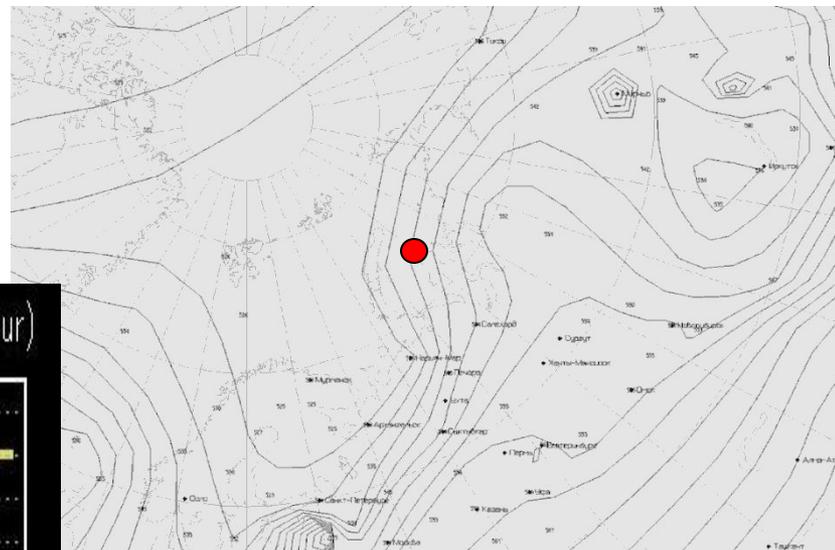
(время обнаружения 12 ч (GMT))

Расчетное поле адвекции температуры
11.00 ч. (GMT)

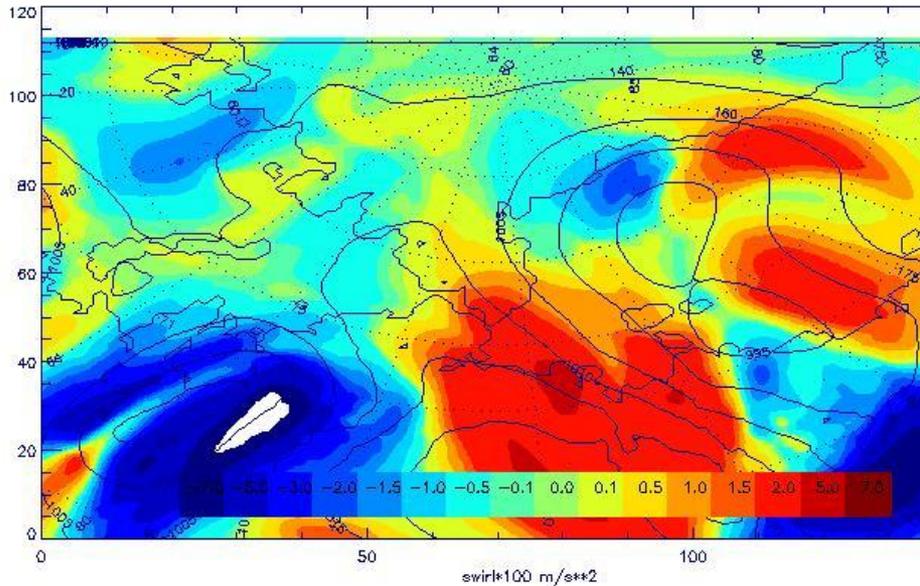
temperature advection ($100 \times K/s$ shaded), sea surface pressure (hPa contour)



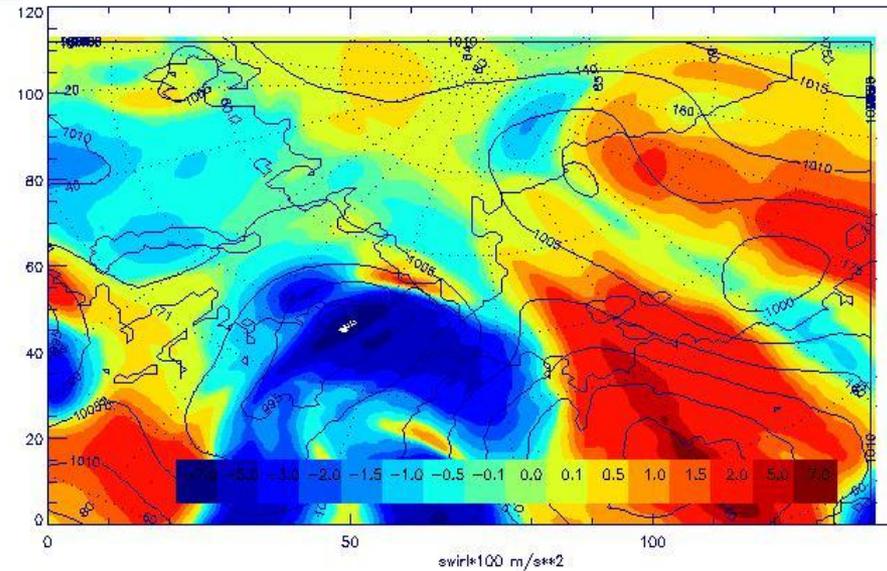
Карта относительной топографии и
приземная карта за 12.00 ч (GMT)



Спиралевидность атмосферных движений



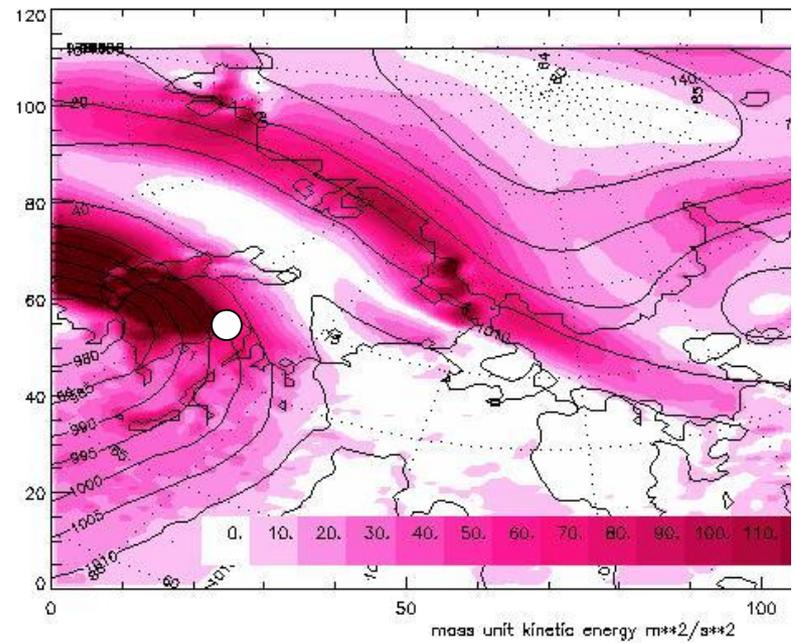
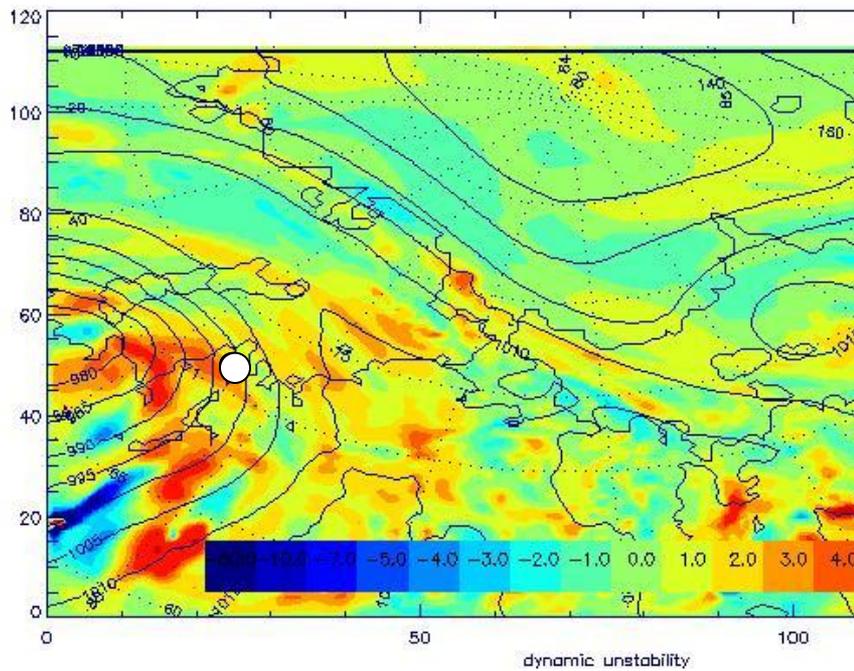
7 сентября (7 ч) 2007 года.
Время GMT. Модель WRF



8 сентября (4 ч) 2007 года.
Время GMT. Модель WRF

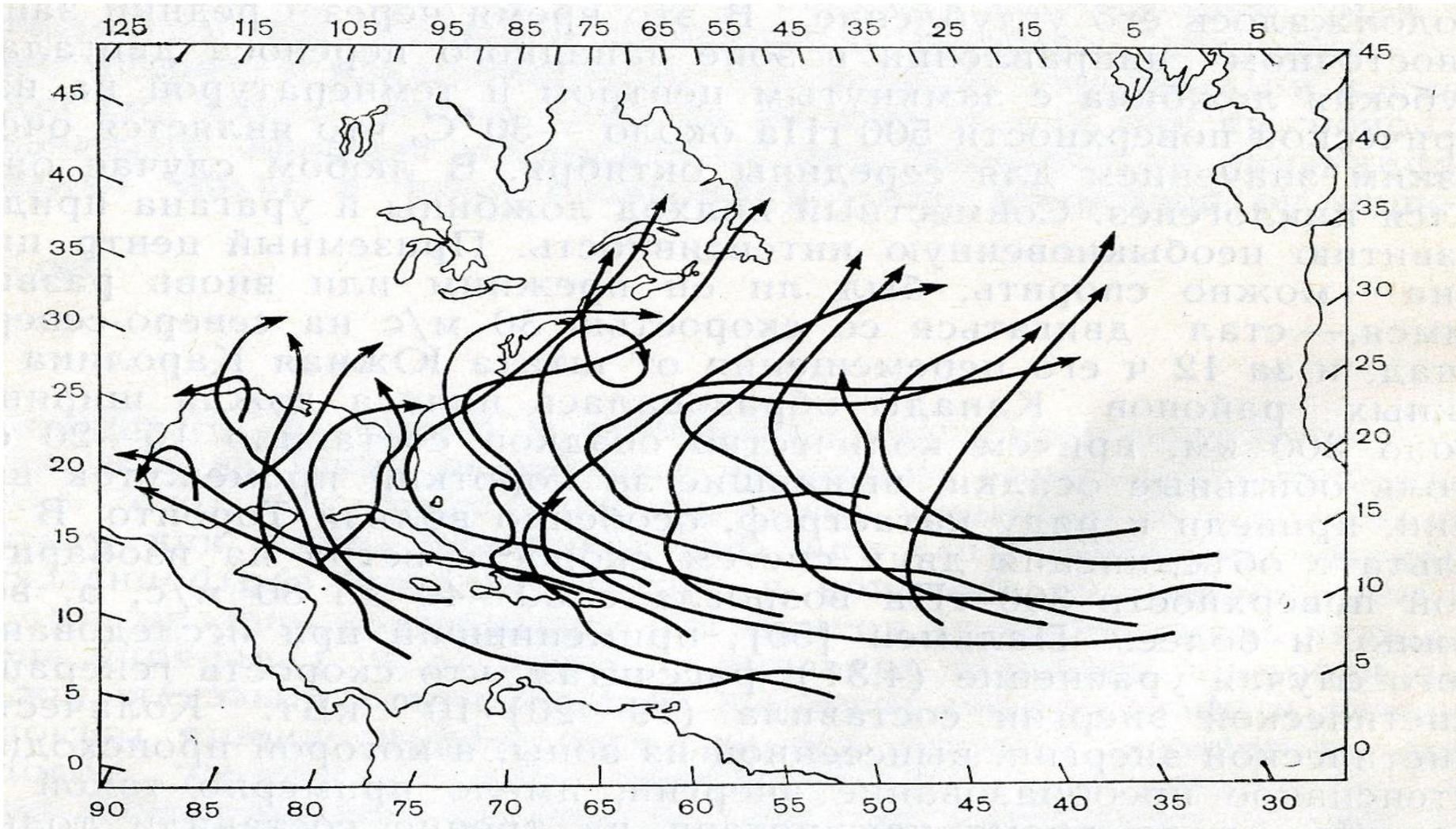
Центр ПМЦ находился на западной, северо-западной периферии материнского циклона над Ямалом. В поле спиралевидных движений материнского циклона, в его северо-западной части формируется ядро, которое прослеживается до 4 утра 8 сентября. Подобные ситуации наиболее часто фиксируются в районе Карского моря и моря Лаптевых.

Динамическая неустойчивость и кинетическая энергия (модель WRF) 1 сентября 2008 года.

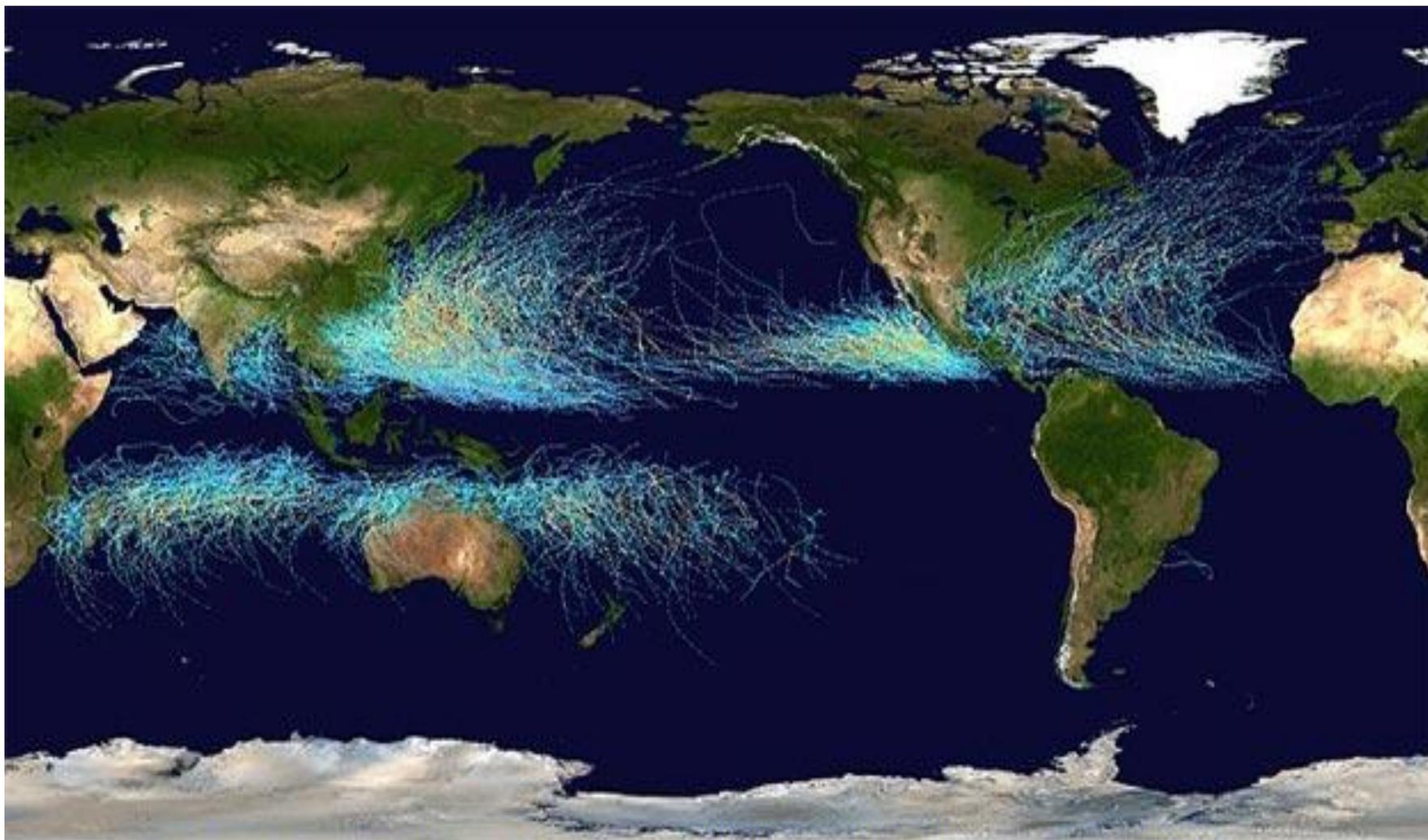


ПЦ в районе Карского моря над Обской губой.

Траектории тропических циклонов в Атлантическом океане



Мировое распределение тропических циклонов



На этой карте показаны пути всех тропических циклонов за 1985-2005 гг.
На каждом пути точки соответствуют положениям циклона через каждые 6 часов;
их цвет указывает силу циклона по шкале Саффира-Симпсона